



**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тулский государственный университет  
Белорусский национальный технический университет  
Донецкий национальный технический университет  
Правительство Тульской области**



Funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



**Обучение в течение всей жизни в интересах устойчивого развития**

**Научно- образовательный центр геоинженерии,  
строительной механики и материалов**

**14-я Международная конференция  
по проблемам горной промышленности,  
строительства и энергетики**

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА  
И ЭНЕРГЕТИКИ**

**Материалы конференции**

**Том 2**

*Под общей редакцией  
доктора техн. наук, проф. Р.А. Ковалева*

**Тула - Минск – Донецк  
30-31 октября 2018 г**

**УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87**

**ББК 33**

**С 69**

**Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 14-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. В 2 т. Т.2: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. 473 с.**

ISBN 978-5-7679-4116-2

ISBN 978-5-7679-4118-6 (Т.2)

В сборнике представлены материалы научных исследований по эффективным технологиям в области геоэкологии, геотехнологиям, мониторингу природно-техногенной среды, технологиям переработки и хранения отходов производства, экономике природопользования, механике материалов и строительных конструкций; технологиям и экологическим проблемам строительных материалов; эксплуатации, обследованию и усилению строительных конструкций; архитектуре и архитектурному проектированию; технологии, организации, управлению и экономике строительного производства; энергетике, энергосбережению, электрооборудованию и электроснабжению; теплогазоснабжению, санитарно-техническим системам и оборудованию.

Предложены способы оценки, прогнозирования и контроля техногенного загрязнения окружающей среды. Обсуждаются вопросы безопасности подземных горных работ, а также проблема управления риском потенциально опасной деятельности.

Сборник предназначен для научных, инженерно-технических работников и студентов, изучающих проблемы создания системы научных знаний и их эффективного практического применения при решении социально-экономических и экологических задач в горной промышленности, строительстве и энергетике.

Организационный комитет благодарит ученых, специалистов и руководителей производств, принявших участие в работе конференции, и надеется, что обмен информацией был полезным для решения актуальных задач в области фундаментальных и прикладных научных исследований, производственной деятельности и в образовательной сфере.

УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87

ББК 33

ISBN 978-5-7679-4116-2

ISBN 978-5-7679-4118-6 (Т.2)

© Авторы материалов, 2018

© Изд-во ТулГУ, 2018

**Tula State University**  
**Donetsk national technical university**  
**Belarusian national technical university**  
**The Government of the Tula region**

**Program.ERASMUS+ (574056-EPP-1-2016-PL-EPPKA2-CBHE-SP)**  
**«Lifelong Learning for Sustainable Development / SUSDEV»**

**Scientific-educational centre of geoen지니어ing,**  
**building mechanics and materials**

**The 14-st International Conference**  
**on the Mining Industry, Building and Energetic Problems**

**SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL**  
**PROBLEMS OF THE MINING INDUSTRY,**  
**BUILDING AND ENERGETICS**

**Materials of the Conference**

**Volume 2**

**Under the editorship of Doctor of Science,**  
**Professor Roman A. Kovalev**

**Tula – Minsk – Donetsk**  
**30-31 October 2018**

**UDK 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87**

**Socio-economic and Environmental Problems of the Mining Industry, Building and Energetic: the 13-st International Conference on the Problems of the Mining Industry, Building and Energetic. with 2 v. V. 2: conference materials. Tula, Tula State University, 2018, 473 p.**

ISBN 978-5-7679-4116-2

ISBN 978-5-7679-4118-6 (T.2)

There is information about scientific research by effective technologies at the environmental protection area, geotechnologies, monitoring natural and man-caused environment, reprocessing and storage industrial wastes technologies, nature management economics, mechanics of materials and building constructions; technological and environmental problems of building materials; exploitation, inspection and strengthening the building constructions; architecture and architectural designing; technology, organizing, management, and economics of building industrial; energetics, energy-saving, electrical equipments and electric power supply; heat and gas supply, sanitary-technological systems and equipment in the collection of papers.

Methods of estimating, forecasting and man-caused controlling of environmental polluting were proposed. Underground mining safety and the problem of management by potential dangerous activity risk are discussed.

The collection of papers is meant for scientists, engineers and students, which studying problems of creating scientific knowledge system and their effective practical using for solving socio-economic and environmental problems at the mining industry, building and energetics.

Organizational committee thanks the scientists, specialists and chiefs of enterprises taking part in working the Conference and hopes for that the information changing has been useful for solving topical problems at the fundamental and applied scientific researches area, practical business activity and education sphere.

ISBN 978-5-7679-4116-2

ISBN 978-5-7679-4118-6 (T.2)

© Authors of materials, 2018

© Tula State University, 2018



## **СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**

УДК 72:94

### **ТУЛА МЕЖДУ РЕГУЛЯРНЫМ И ПОСЛЕДНИМ ГЕНЕРАЛЬНЫМ ПЛАНАМИ**

**Куликов В.В.**

*Тул'ский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Дается аналитический обзор состояния застройки города Тулы с момента утверждения первого, так называемого регулярного плана геометрического развития города, до введения в действие плана пространственного развития территории «Большой Тулы» – генерального плана города, разработанного в 2016 году.*

*Ключевые слова: регулярный план, генеральный план города.*

За полвека с момента начала реализации плана 1779г. застройка улиц и силуэт города обогатились многими монументальными культовыми сооружениями (Сретенская, Вознесенская, Покровская, Богородице-рождественская, Дмитриевская, Боголюбская, Спасо-кладбищенская, Староникитская, Всехсвятская церкви), зданиями общественного назначения (присутственные места, духовное училище, семинария), домами и усадьбами (Ивана Ливенцева, Баташова, Лялина, Гольтякова). Преображается архитектурный облик. Ведутся и благоустроительные работы по улицам. Появляются сады общего пользования: первый публичный сад был разбит у кремлевских стен (1838г.), а затем – у «присутственных мест».

В 1824 году утверждается новый «План городу Тула», разработанный известным петербургским архитектором В. Гесте, в котором автор, не нарушая планировочную концепцию регулярного плана 1779 года, ограничился прирезкой дополнительной полосы земли для кварталов вдоль границ города. Новая черта границ

Левобережья теперь прошла примерно по нынешним улицам Д. Ульянова, Первомайской и Кауля.

Крупные предприятия постепенно захватывают значительную часть в центре Тулы по берегу Упы, создавая «индустриальный барьер», оттеснивший от реки почти все Левобережье [2]. Город начинает испытывать нужду в очистке воздуха – в озеленении. По инициативе санитарного врача П.П. Белоусова на значительной территории бывших свалок мусора в 1893г. разбивается парк - ныне гордость туляков, носящий имя его создателя. В 1897г. энтузиасты русского велосипедного спорта, родиной которого считается Тула, добились строительства циклодрома - велотрека, одного из первых в России, на базе которого в дальнейшем организовался спортивный центр в окружении зелени.

Значительное влияние на планировочную структуру города оказало строительство железных дорог: Московско-Курской (1864-1868гг.) и Сызрано-Вяземской (1870-1874гг.), вблизи Московского (бывш. Курского) вокзала вскоре возник крупный промышленно-складской район, а железнодорожный узел в районе Рязжского вокзала существенно осложнил связь между Заречьем и Чулковом.

Последним крупным планировочным мероприятием дореволюционного времени была ликвидация в 1903г. так называемого Демидовского, или Заводского пруда, отделявшего Заречье от Чулкова: часть осушенной территории была использована для разбивки нескольких новых улиц в восточной части Заречья, а напоминание о бывшей плотине осталось в названии одной из улиц.

Изменяется архитектура жилых домов, особенно деревянных. Если раньше они строились в основном по «образцовым» проектам, то теперь по индивидуальным, на вкус заказчика. Дома купцов, имущих обывателей отделялись затейливой деревянной резьбой. Резьба и раньше не была редкостью в декоративном оформлении деревянной застройки, составлявшей более 90% всех строений Тулы дореволюционного времени, но если раньше она была рельефной, объемной и почти всегда индивидуальной (по почерку мастера), то начиная со второй половины XIXв. широкое распространение получает пропильная резьба, выполняемая в большем количестве с применением механических приспособлений. Тем не менее и в том и другом видах резьбы в основе всегда лежали мотивы народного орнамента и художественных приемов, применявшихся тульскими мастерами художественной обработки металла [1].

В начале XXв. в центральной части города строятся вновь и подвергаются реконструкции десятки каменных зданий, украсивших



Тулу. Довольно живописная застройка, утопающая в зелени садов, впечатляющая многообразием архитектурных форм и стилей, с множеством вертикалей – колоколен, башен кремля и башенок, теремов, мезонинов, шпилей и всевозможных шпалеобразных завершений и выступавших над крышами зданий элементов, украшенных ажуром художественного металла и придававших силуэту застройки города остроту и праздничность, сообщали отдельным архитектурным ансамблям законченность и величавость. Многочисленные крыльца под затейливыми козырьками и зонты у подъездов жилых домов и общественных зданий, балконы, парапеты и ограды набережных, скверов и усадеб, ажурные дымоходы и водостоки, шпицы над кровлями и короны над слуховыми окнами, резные наличники и карнизы, придававшие яркую зрелищность окружающей человека среде, – таким был внешний облик Тулы конца XIX – начала XX столетия [3].

За период, начало которому определила первая мировая война, а конец – разруха после войны гражданской, в облике Тулы не произошло сколь-нибудь значимых изменений. Разве что только за это время многие здания и элементы благоустройства не ремонтировались и вследствие этого приобрели неопрятный вид. Но, начиная с середины 20-х годов XX в., после закрытия церквей и монастырей, во внешнем облике города происходят разительные перемены.

В 20-30-е гг. из 42-х отдельно стоящих храмовых зданий (всего же, вместе с домовыми, в городе до 1922 г. насчитывалось 63 действующие церкви), было полностью разрушено и снесено 16. На тех же, что сохранялись, повреждены или полностью уничтожены купола, навершия. Кроме этого, снесены под фундамент или частично разрушены более 30 колоколен. Все это нанесло невосполнимый ущерб силуэту городской застройки и архитектурным ансамблям, сложившимся вблизи храмовых зданий, а также большой урон отечественной культуре.

В 1924 г. был составлен Мособлпроект проект реконструкции Тулы, который предусматривал на определенных, выборочных местах вести новое строительство жилых домов и зданий общественного назначения.

С конца 20-х годов начинается постепенное обновление: возводятся общественные здания и жилые дома. Так, в 1927 г. по проекту архитектора В. Сироткина на ул. Марата строится «Единый диспансер № 1» (городская больница). 1929 г. отмечен появлением ДК «Серп и молот» и жилого 4-этажного дома на улице Коммунаров (просп. Ленина) по проекту архитектора-художника А. Припускова.

1931г. ознаменован был еще двумя значительными постройками: на площади Челюскинцев выросло здание фабрики-кухни по проекту Г. Каратыгина, а в Заречье по проекту архитектора И. Голосова – клуб ТОЗ (теперь – Дворец культуры машиностроительного завода), вслед за ними, в 1932г. рядом с кремлем строятся школа ФЗУ (теперь профтехучилище) и поликлиника на улице Дмитрия Ульянова по проекту К. Яковлева. По проекту этого же автора в 1933г. построен хирургический корпус глазной больницы (на углу улиц Комсомольской и Дрейера).

На улице Первомайской в 1934г. заканчивается строительство хирургического корпуса городской больницы им. Ванькина (архитектор Ф. Каторгин), а в 1938-м по проекту уже упомянутого А. Припускова, при участии архитектора-художника В. Захарова, на улице Коммунаров воздвигается 5-этажный жилой дом (№ 66). И этим далеко не ограничивается строительство тех лет.

Тула приводила в порядок городское хозяйство: водопровод, канализацию, электроосвещение. Много создавалось заново, например, центральное отопление зданий.

Шло благоустройство и обновление старых улиц и строительство новых дорог.

В 1927г. по главным улицам города пущен первый трамвай, соединивший центр (улицу Коммунаров) с вокзалом Московской железной дороги.

Реконструкция и расширение старых, создание новых промышленных предприятий и обусловленное этим резкое увеличение численности населения повлекли за собой мощное жилищное и культурно-бытовое строительство на окраинах города и частичную реконструкцию в центральной части. Это вызвало значительное расширение городской территории. Возникают новые жилые образования: поселок Серебровский, начинает застраиваться деревня Мясново и включается в черту города, со строительством Новотульского металлургического завода в районе Криволучья появляется жилой массив.

В первой пятилетке Тула получила 123 тыс. кв. м жилья. Жилищным товариществом рабочих в большом количестве строятся малоэтажные дома. На выборочных местах возникают трех-пятиэтажные жилые и общественные здания.

Рост Тулы и выход за пределы установленных прежним планом границ вызвал потребность в новом генеральном плане, который позволил бы определить перспективы дальнейшего развития. В 1929-1930 гг. в Главном геодезическом управлении архитектор А. Репкин и



инженер М. Назаретов разработали схему планировки города из расчета роста населения до 274 тыс. жителей.

Справка для сравнения: в 40-х г. XVIII столетия население Тулы составляло около 14 тыс. человек; в конце XVIIIв. – 30 тыс., по переписи 1897г. – более 112 тыс., увеличившись по сравнению с 1841г. в два с лишним раза. К 1913г. жителей города было уже 128 тыс., в 1933г. – более 200 тысяч.

По новому плану предполагалось в центре (левобережье), Заречье и Чулкове разместить 206 тыс. человек и в новом районе восточнее Московского шоссе еще 68 тыс. Административный центр намечался по-прежнему в районе кремля и Советской улицы, а культурный – в районе Белоусовского парка.

Хотя предлагаемая схема планировки и не была утверждена к исполнению, многие идеи ее авторов нашли отражение в дальнейших проектных разработках в реальной застройке.

С образованием в 1937г. Тульской области Тула становится ее центром. Город растет, благоустраивается. Строятся новые детские учреждения, техникумы, училища, учреждения здравоохранения, спорта и т.д., в большом количестве жилые дома. Растут старые поселки, образуются новые. Развитие города настоятельно требовало генерального плана. Поэтому еще в 1932-1935г. его разработка была поручена Гипрогору, но выполнена им только на стадии эскизного проекта. Дальнейшее проектирование было поручено Мособл - проекту. В 1940г. генплан Тулы под руководством М. Хауке был закончен и в 1941-м (перед самой войной) утвержден.

После окончания Великой Отечественной войны началось интенсивное восстановление и развитие промышленности и городского хозяйства. Обновляются и расширяются заводы, с ними растет город. Центральный парк расширяется до 130 гектаров. (П.П. Белоусовым было заложено 30). Жилищное строительство набирает темпы: если в 1951 г. было построено 23 тыс. кв. м жилой площади, то в 1956-м – 49 тыс., а всего за 1946-1955гг. построено 103,6 тыс. кв. м жилья. Основным полигоном жилищного строительства становится южный район города, где застройка ведется на свободных территориях.

Объективно рассматривая сквозь призму времени 50-е годы, можно с полным основанием заключить, что они внесли весомый вклад в архитектурный облик Тулы. Немало было создано впечатляющих архитектурных произведений, художественный образ которых был проникнут духом Победы, с характерными чертами,

присущими периоду, когда в советском зодчестве ощущалось влияние русского классицизма.

В эти годы бывшая Киевская превращается во внушительного вида главную магистраль – проспект Коммунаров, позднее названный именем В.И. Ленина. В южной части он был расширен до 80м. с созданием широких зеленых полос бульваров от бывшей заставы до площади Победы, возникшей в районе пересечения с улицей 9 Мая. Здесь начинает формироваться ансамбль, а на проспекте возникает целый ряд новых значительных зданий, среди которых выделяются учебные корпуса политехнического института.

Новые капитальные здания возникают по улицам Красноармейской, Советской, Первомайской, Энгельса, Октябрьской. Некоторые крупные общественные здания реконструируются и изменяют свой прежний облик. В их числе Московский вокзал, Дворец культуры железнодорожников и др.

Архитектура этих лет определила характер зданий в начале ул. Металлургов, значительной части поселка им. Кирова и ряда домов, построенных на отдельных участках улиц в центральной части города.

В 1953г. Гипрогор начал разработку нового генерального плана Тулы. К этому времени жилой фонд составлял 1243 тыс. кв. м, было построено 51 школа, 57 детских садов, 17 больничных зданий, 5 кинотеатров, 8 клубов.

Генпланом, разработанным в 1954г. под руководством архитектора М. Наумова, численность населения определялась на первые десять лет до 350 тысяч жителей, а на проектный срок – 450. Размещение жилья предусматривалось на уже освоенных территориях, большей частью в Центральном и Привокзальном районах города.

В переломные для отечественной архитектуры 1954-1955гг., когда развитие производительных сил страны потребовало резкого увеличения объемов строительства, перевода его на индустриальные методы заводского домостроения, снижения сроков возведения зданий, происходит переход к типовым проектам, устранению излишеств в архитектуре.

Резко увеличивается объем проектирования на основе применения типовых и повторных проектов и в Туле, что обеспечило рост жилищного строительства на основе его индустриализации: в 1957 г. – 116,1 тыс., а в 1958г. – 164,9 тысячи.

Но генеральный план 1954г. так и не был утвержден. Требования экономики заставили пересмотреть отдельные его положения. В то же время необходимо было определиться с первоочередным строительством, и в 1957г. Гипрогором составляется



проект размещения объектов на 1958-1960гг., а вслед за ним, в 1959-м до 1968г., с учетом использования для застройки экономичных территорий с минимальным сносом.

По проектам Тульскгражданпроекта застраиваются квартал «П» (западнее Центрального парка), первый и второй Первомайские и Южный микрорайоны, новые кварталы в Чулкове.

В 1962г. в городе были возведены первые панельные дома, что стало новым шагом на пути индустриализации строительства. За 1959-1965гг. фонд города прибавился на 1125 тыс. кв. м. жилой площади. Но облик застройки из-за тиражирования типовых панельных и кирпичных домов, стал страдать однообразием.

Быстрый рост города настоятельно требовал нового генерального плана. Предваряя его, в 1967г. были утверждены разработанные Гипрогором технико-экономические обоснования развития Тулы на 25-30 лет. Определена численность города на 1980г. – 750 тыс. жителей.

В 1965-1970гг. массовое жилищное строительство продолжается в Криволучье, Чулкове, Южном и Первомайских микрорайонах, развернулось в новом микрорайоне Мясново. Рядом с кварталом «П» начинает застраиваться квартал «Н». Дальнейший рост требовал ясной перспективы, а решение территориального развития представляло непростую задачу, так как город с юга и востока ограничен санитарными зонами предприятий, а с севера – аэродромом. Свободные в определенных пределах территории к западу – Мясново и Михалково-Прудное – не обеспечивали полностью развития города. Только в 1970г. под руководством М. Наумова была закончена работа по составлению генплана Тулы, утвержденного год спустя. В нем, после длительной проработки вариантов, было найдено компактное решение.

Главная задача генплана – обеспечение развития города до конца столетия с ростом населения до 750 тыс. жителей. Для того чтобы обеспечить это население жилой площадью из расчета 12 кв. м. на человека, необходимо было построить 6,5 млн. кв. м. жилья. К этому времени Тула имела 520 тыс. жителей и 3,9 млн. кв. м. жилой площади.

Территория города должна была увеличиться почти в полтора раза, но под жилье планировалось только 30% приращиваемых земель. Это районы Мясново, Михайлково-Прудное и севернее аэропорта (с выносом его за пределы городской черты). Треть проектируемого жилья – за счет реконструкции центральной части города. При этом

предполагалось строить половину зданий в пять этажей, 40% – в девять и 10% – в 12-16.

Развитие существующих предприятий генпланом предусмотрено вести за счет модернизации оборудования, внедрения новой технологии, технического переоснащения производств без строительства новых в черте города. Более того, предлагалось из центральной части вывести вредные производства за черту города. Вместе с тем планировались и новые предприятия, связанные со строительством и обслуживанием; по производству строительных материалов, деталей и конструкций, пищевой промышленности, коммунального хозяйства.

Намечалось максимально возможное использование береговой полосы для выхода общественно-жилой застройки к реке Упе. Предусматривалось расширение существующих и закладка новых парков.

Планировочная структура нового генплана учитывала историческую веерно-кольцевую систему улиц центральной части левобережья, включая ее в себя. В новый общегородской центр, границами которого определены Советская, Октябрьская, Пролетарская улицы и замыкающая это пространство новая улица в районе Октябрьского поселка. Вписывается и прежний исторический центр – кремль. К юго-востоку от кремля город должен был выходить парадной эспланадной застройкой на берег Упы, где в пойме намечались крупный водоем и лесопарк с включением в него спортивных сооружений.

Для оздоровления города намечалась система крупных парков с включением существующих. Главным намечалось сделать гидропарк в пойме Упы севернее Мясовского жилого района, планировавшегося в 2,5 раза больше Белоусовского.

На основе генерального плана, определившего принципы дальнейшего развития города, в 1974г. Гипрогором был разработан проект детальной планировки центральной части Тулы с учетом далекой перспективы, предусматривавший, по мысли авторов, постепенное создание здесь общественного центра с выделением главной площади у кремля. К югу от него развивается главная ось – проспект Ленина. Вторая ось, перпендикулярная главной, намечалась вдоль озелененных берегов Упы.

Генпланом города и проектом детальной планировки центра определялась радикальная реконструкция исторических районов с почти полным сносом старой застройки. И только территория, ограниченная полукольцом Советской улицы и частью береговой



черты, предусматривалась как архитектурно-историческая зона с реставрацией сохранившихся в ней памятников архитектуры и ансамбля улицы Металлистов. Сама же улица Советская мыслилась как важнейшая магистраль центра города, на которой в дополнение к имеющимся предусматривался еще целый ряд крупных общественных зданий.

Так в общих чертах должна была выглядеть Тула 2000г.. Как материальное воплощение генплана в течение двух десятилетий велось массовое строительство в основном девятиэтажных крупнопанельных домов в Заречье, в Первомайском и Северо-Восточном районе, в Чулково. Проекты детальной планировки и застройки этих районов, разработанные институтом «Тульскгражданпроект» на основе принципиальных и основополагающих решений генерального плана, осуществлялись в натуре.

Утвержденный правительством в 1971г. генплан Тулы определил на два-три десятилетия основные идеи и вехи развития города, создал предпосылки к дальнейшему росту, благоустройству и обновлению его. Но проводимая на практике реконструкция Тулы, корректировка границ городской территории, темпы роста населения, пересмотр взглядов и отношения к историко-культурному наследию, повышение культурных и бытовых запросов горожан, значительное изменение соотношения этажности в пользу девятиэтажной застройки в основном панельными домами - все это вызывало необходимость более глубокого, комплексного и научно обоснованного подхода к разрешению множества жизненно важных проблем. Возникла потребность пересмотра некоторых решений генплана. Это было поручено «Тульскгражданпроекту», который приступил к его корректировке, выполнив несколько вариантов. В одном из них было внесено предложение по освоению территорий на юго-восточной окраине города. Эти предложения были реализованы: появились несколько микрорайонов вблизи областной больницы [4].

Вопрос корректировки генплана, поставленный самим же разработчиком (Гипрогором) в 1984г., долгое время не разрешался, и только к 1991г. была заказана корректура и на первых порах как этап были предложены варианты ТЭО (технико-экономических обоснований) дальнейшего развития города.

При рассмотрении вариантов ТЭО, предложенных Гипрогором, тульскими архитекторами были высказаны соображения по определению более реальных задач, решение которых должно было бы приостановить надвигающийся кризис. Городу нужна была не очередная утопия, а план поэтапных практических действий, в

котором одной из решающих задач являлось сохранение и возрождение облика центра Тулы, повышение его культурного и эстетического потенциала. В то же время необходимо было уберечь центр от дополнительных, не свойственных общегородскому центру функций, освободить его от существующих промышленных производств. Такая направленность могла усилить общественные центры административных, планировочных и жилых районов, более равномерно распределить транспортное обслуживание. Туда могут быть частично вынесены торговые, административные, управленческие и другие здания, не имеющие общегородского значения. С их помощью можно создать выразительные ансамбли, своего рода ориентиры в аморфной среде типовой жилой застройки. Скорректированный генплан должен был дать решение по организации транспорта, по созданию системы радиальных и хордовых магистралей с развязками в двух уровнях, с использованием существующих линий железных дорог для внутригородских передвижений грузов и пассажиров. Что касается самого центра, то здесь остаётся и поныне всё та же проблема – сохранение того, что определяет неповторимость Тулы, ее самобытность. Эти меры отражены в проекте охранных зон, выполненном Тульскгражданпроектом в 1987 г., но почти не реализованном к настоящему времени.

Корректировка генплана – вопрос непростой. К этому были подключены даже тульские архитекторы, разработавшие несколько вариантов на уровне эскизов. Но вскоре и туляки, и гипрогоровцы работы прекратили из-за отсутствия финансирования. Почти десять лет по той же самой причине вопрос не поднимался, хотя было ясно, что городу нужна ясная программа дальнейшего развития. Наконец, совместными усилиями областной и городской администраций были предприняты меры по финансированию теперь уже нового генплана, поскольку срок годности (расчётный срок) старого истёк. В 2003г. такой проект был заказан Научно-проектному институту пространственного планирования «ЭНКО» (С.-Петербург). Желательно было участие тульских архитекторов, знающих проблемы города изнутри.

Как сказано выше, в решениях генплана 1970г. были серьёзные предложения по выносу вредных производств (цехов, отделений) из центральной части города на его окраины, на резервные территории промышленных зон. Такие предложения касались оружейного завода, машиностроительных предприятий, заводов «Штамп», «Октава» и др. Невзирая на решения генплана, ряд предприятий не только не



выполнили указания по выносу, но даже расширили свои производственные территории, реконструировались, закрепив надолго за собой территориальные владения. Именно эти и подобные им предприятия разорвали, расчленили жилую застройку города, усугубляя тем самым и без того сложную экологическую обстановку, к тому же при этом не имея в качестве облагораживающего фактора зелёных буферных зон, рекомендованных санитарными нормами. Кроме этого не решена еще до конца проблема по утилизации отходов на городской свалке, которая также значительно влияет на экологическую ситуацию в юго-восточной части города. Необходимы меры по сдерживанию границ действующих кладбищ за счёт частичного перехода к захоронению через сожжение, для чего возникает необходимость строительства крематория. Срочно требуется проведение ряда мероприятий по очистке выбросов и стоков на АО «Тулачермет» и других вредных производствах.

Расширению границ городских территорий препятствует наличие вокруг города промышленных предприятий и комплексов, а также ряда других сдерживающих факторов. К основным из них относятся: с востока – АК «Тулачермет»; с юго-востока – действующее кладбище на Мыльной горе и городская свалка, с южной стороны – телебашня со своей биозоной и Косогорский металлургический завод, с северо-западной – комплекс промпредприятий в Мясново, с северной – зона аэропорта, с северо-восточной – ряд крупных промпредприятий (заводы «Штамп», Кировский, Комбайновый и др.)

Постепенное и последовательное проведение в жизнь ряда указанных выше мер дает возможность и территориального развития города.

Ныне же резервы роста незначительны: за счёт освоения района Михалково-Прудное, незначительных площадок в районе Мясново, Горелок и др., но более – за счёт реконструкции малоэтажной (в основном деревянной) застройки. Сегодня возникает и настоятельная необходимость использования подземного пространства, прежде всего под строительство гаражей и автостоянок.

Если же говорить о более отдалённой перспективе, то, исчерпав возможности в пределах нынешней городской черты и возможности расширения границ города, можно развивать систему городов-спутников.

Ныне же налицо ряд проблем, возникших в последние десятилетия, и в первую очередь проблемы экологии, транспорта, сохранения культурного наследия, а через него и собственного лица

города. Ныне в Туле много памятников истории и культуры, в том числе памятников архитектуры, а так же сотни объектов из числа опорных зданий, находящихся на правах памятников, множество деревянных резных домов, представляющих Тулу конца XVIII-XIX вв. Кроме этого Тула сохранила в исторической части полностью регулярную планировочную структуру, сформированную согласно плана 1779г. А это – памятник градостроительства.

От нового генплана требовались способствующие разрешению накопленных проблем, решения, продолжающие принципы компактности городской застройки, экономного расходования городской земли, решения, предполагающие рациональные схемы транспортных сообщений и инженерного обеспечения. Но предложенные решения ЭНКО (генплан 2007г.) были скорректированы местными решениями и вскоре вновь встал вопрос о пересмотре генплана. На этот раз в 2012г. эту работу поручили Гипрогору, который в 2014г. выполнил проект в границах города, но вскоре последовало решение о присоединении Ленинского района к Туле. И теперь уже в границах «Большой Тулы» было выполнено решение, оценка которого предстоит в ближайшие годы самой жизнью.

#### ***Библиографический список***

1. Куликов В.В. Сохранение фрагментов застройки и отдельных объектов тульских оружейников – актуальная задача времени // Известия ТулГУ. Серия «Строительство и Архитектура», вып. 4. - Тула, 2002. - с. 86 -105.
2. Куликов В.В. Планировка и застройка Тулы конца XVIII - перв. четв. XX вв. – пример компактного, ресурсосберегающего по своей сути, решения // Известия ТулГУ. Серия «Строительство и архитектура», вып. 5. - Тула, 2003.-с. 126-130.
3. Куликов В.В. Ресурсосберегающая сущность планов развития Тулы конца XVIII - перв. четв. XX вв. Труды годичного собрания РААСН: Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно - строительном процессе. - М.; Казань, 2003. - с. 112-116.
4. Куликов В.В. Градостроительство. «Плоды» генплана: что посеяли, то и пожали // Тула. 1991, - 3 апр.





УДК 72:94

## АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕЛИКВИИ КАМБОДЖИ

**Куликов В.В., Хор Соклина, А.В. Богомолова**  
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

*Рассматривается часть историко-культурного наследия Камбоджи в пределах ее столицы – Пномпеня. Это известные архитектурные памятники, относящиеся к реликтам. Делается попытка раскрыть их роли и значение не только в системе самого города – центра сосредоточия исторических и культурных ценностей, но и страны в целом.*

*Ключевые слова: историко-культурное наследие, архитектурный объект-памятник, интеграция архитектурного объекта и среды.*

Камбоджа – название страны кхмеров, заимствованное из санскрита в связи с господством индуизма и буддизма. В 1975-1989 годах при переводе названия на иностранные языки использовался более близкий к оригинальному кхмерскому названию вариант Кампучия или Кампучия. Официальными названиями страны после обретения независимости были: Королевство Камбоджа (1953-1970 и с 1993г.), Кхмерская Республика (1970-1975, режим Лон Нола), Демократическая Кампучия (1975-1979, режим «красных кхмеров» Пол Пота), Народная Республика Кампучия (1979-1989, режим союзников Вьетнама), Государство Камбоджа (1989-1993, власти ООН).

Столица Камбоджи – город Пномпень, на реке Тонлесап (у впадения ее в реку Меконг). Население – 15 957 223 жителей на 2016 год. Пномпень не только административный, но и культурный центр страны, где сосредоточены основные национальные святыни, представляющие собой памятники истории и культуры Камбоджи. Здесь, в статье, представлены некоторые из них, наиболее характерные для архитектуры этой страны.

**Монумент независимости** представляющий собой башню в Ангорском стиле, расположенную в самом сердце Пномпеня. Он был возведен в честь независимости Камбоджи от французского протектората. Независимость была провозглашена 9 ноября 1953 года. Благодаря своему необычному архитектурному стилю, Монумент Независимости выделяется на фоне других построек города и привлекает множество туристов. Также он играет роль мемориала в честь памяти камбоджийских патриотов, отдавших жизни за свою родную страну.

Монумент Независимости (Вимеан Экареач) был открыт 9 ноября 1962 года. Он был возведен в честь независимости страны от

французского господства. В настоящее время Монумент служит и в качестве мемориала в память о тех, кто погиб во время войны, сражаясь за Камбоджу. 20-метровый монумент был спроектирован камбоджийским архитектором по имени Ванн Моливанн. Монумент выполнен в форме лотоса. Постройки в форме лотоса имеются в Ангкоре и других исторических достопримечательных местах страны. Вход внутрь монумента запрещен. В ночное время Монумент подсвечивается синим, красным и белым цветами (это цвета национального флага). Около Монумента Независимости располагается большой открытый парк - очень популярное место среди местных жителей. Поскольку Монумент расположен на пересечении бульваров Нородома и Сианука, пройти мимо него просто невозможно. Монумент Независимости был возведен в 1962 году в честь независимости Камбоджи от иностранных колонистов. Также он служит в качестве мемориала погибшим в войне камбоджийцам. Это место проведения торжеств и служб. Гуляя по Пномпеню, обязательно посетите Монумент Независимости - он расположен всего в 10 минутах ходьбы от Королевского дворца. Окруженный большим парком и фонтанами, сам по себе Монумент Независимости является самым впечатляющим местом в городе. Монумент имеет форму лотоса, которая характерна для великого храма Ангкор-Ват и других исторических мест страны. По праздникам - например, в День Независимости и День Конституции - здесь проводятся торжества и службы.

**Национальный музей Камбоджи.** Крупнейший музей страны. Находится в центральной части города на улице 13 на севере от Королевского дворца и на западе от площади Вил Приах Ман. Вход в музей располагается на перекрестке улиц 13 и 178. Музей управляется Министерством культуры и искусства. Около западной части музея находится Королевский институт изобразительных искусств. В музее находится одна из самых больших коллекций кхмерского искусства, в том числе скульптурные, керамические, бронзовые и этнографические экспонаты. Собрание музея включает более 14 тысяч предметов от доисторического и до современного времени.

Строительство музея было начато по инициативе историка и любителя кхмерского искусства Георга Грослера (1887—1945). Здания музея строились по проекту Георга Грослера в период с 1917 по 1924 год. Первый камень в фундамент музея был заложен 15 августа 1917 года. Официальное открытие музея состоялось в 1920 году в канун камбоджийского Нового года в присутствии короля Сисовата I, французского губернатора Франсуа-Мариус Бодуэна, директора и хранителя музея Джорджа Грослера. Оригинальные здания были немного из-



менены во время расширения музейной площади в 1924 году. В это время были добавлены крылья на восточном фасаде музея. До 1951 года музей находился под контролем французских колониальных властей. После обретения независимости в 1953 году музей стал предметом двухсторонних соглашений между Францией и Камбоджой. С 1966 года директором музея стал первый кхмер Чеа Тэй Сенг, который в это же время был назначен деканом Королевского института изобразительных искусств. В 1968 году проводилась реконструкция музейных зданий.



Во время режима красных кхмеров (1975-1979) музей был закрыт. Сотрудники музея были репрессированы. После красных кхмеров здания музея находились в аварийном состоянии, а территория музея заросла растительностью. Многие музейные экспонаты были разрушены либо украдены. 13 апреля 1979 года музей был вновь открыт для публичного посещения.

Вместе с археологическим отделом и соседним Королевским институтом изобразительных искусств музей является одним из важных центров камбоджийской культуры. Музей исполняет также религиозную функцию – его многочисленные скульптуры являются объектом поклонения местных буддистов и индуистов. Под эгидой правительственного Департамента камбоджийских музеев Националь-

ный музей Камбоджи управляет остальными государственными музеями страны. Деятельность музея направлена на сохранение и приобретение материальных предметов камбоджийского искусства и истории. Администрация музея регулирует экспорт предметов камбоджийского искусства и занимается его репатриацией.



**Монумент дружбы Камбоджи и Вьетнама** – большой бетонный памятник, построенный в 1979 году. Он был заказан вьетнамскими коммунистами в память о теплых отношениях между двумя юго-восточными странами после освобождения Камбоджи от красных кхмеров. Памятник представляет собой высокий постамент, на котором плечо к плечу стоят вьетнамский и камбоджийский солдаты. Они охраняют покой женщины с ребенком, представляющей камбоджийское гражданское население. Памятник разработан в стиле «социалистического реализма», основанном в Советском Союзе в 1930 году. Монумент расположен в живописном Хун Сен парке, недалеко от реки Меконг. Здесь можно хорошо отдохнуть, наслаждаясь потрясающим ландшафтным дизайном, представленным экзотическими растениями, прекрасными фонтанами и комфортабельными лавочками. Памятник является значимой достопримечательностью Пномпеня и популярным туристическим объектом.



**Ват Пном** – буддийский монастырь. Основан в 1373 г.. Возвышаясь на 27 метров над землей, Ват Пном является самым высоким религиозным зданием города.



Как гласит легенда, богатая вдова Пень («бабушка Пень», по-кхмерски «Даун Пень») нашла большое дерево коки в реке. Внутри дерева были четыре бронзовые статуи Будды. Пень построила небольшой храм на искусственном холме, чтобы защитить священные статуи. В конце концов это стало священным местом, куда люди стали приходить молиться.

В 1437 году после постройки нового королевского дворца король Понхей Ят приказал увеличить высоту холма. Ступа к западу от святилища содержит прах короля и его королевской семьи.

Храм был перестроен несколько раз в XIX столетии, последний раз в 1926 году. Внутри есть центральный алтарь с большим сидящим бронзовым Буддой в окружении других статуй. Стены покрыты росписью, повествующей о предыдущих перевоплощениях Будды до его просветления. В юго-западном углу расположено небольшое святилище, посвященное *бабушке Пень*.



**Ват Ботум Ватей** (Храм лотоса) расположен в Окнха Суор Срун ул. 7, Чактомок, Хан Даун Пень. Он расположен к югу от Королевского дворца на западной стороне Ват Вотум парка.



Основанная королем Понхей Ят в 1442, Ват Ботум является одним из самых важных и оригинальных пагод города. Он первоначально был назван Ват Та Янг и во время строительства королевского дворца в 1860-е годы, когда он был назначен на камбоджийской ветви Дхаммаяуттика Никае, он был переименован Ват Ботум Ватей монахом Канте Топодае. Многочисленные политики и выдающиеся люди города похоронены здесь. Кроме того, многие видные камбоджийские монахи были посвящены в ват. Вы Бо и Ассоциация Красных писателей имеют свои штаб-квартиры в ват.

#### **Библиографический список**

1. *Всеобщая история искусств. Том II. Искусство Средних веков. Книга 2.* Б.В. Веймарн, Ю.Д. Колпинский. – М.: Искусство, 1961 – 957 с.
2. Д. Брюно Кхмеры / Д. Брюно. – И.: Вече, 2009 – 432 с.



УДК 72:94

## **АРХИТЕКТУРНЫЕ ПАМЯТНИКИ ТИРАНЫ И ЭЛЬБАСАНА**

**Куликов В.В., Джафа Сандуэла, Богомолова А.В., Фролова Е.М.**  
*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассматриваются части историко-архитектурного наследия – архитектурные памятники города Эльбасан, одного из древнейших городов Албании, являющегося центром одноимённого округа и области.*

*Ключевые слова: историко-культурное наследие, градостроительная канва как памятник*

Албания – государство в западной части Балканского полуострова, на побережье Адриатического и Ионического морей. Пролив Отранто, шириной в 75км отделяет ее от Италии. На севере и востоке граничит с Югославией, на юго-востоке – с Грецией. Площадь 28,7 тыс. км2. Население – более 2 млн. чел. Язык – албанский.

По вероисповеданию: мусульмане и христиане (католики и православные). Страна характеризуется высоким естественным приростом населения (25-30 на 1000 жит.). В западной части, занимающей около ¼ территории, сосредоточена ½ населения. Наиболее значимые города: Тирана, Дуррес, Шкодер, Влёра, Корча, Эльбасан.

Первые следы человека относятся ко времени среднего палеолита. Древнейшим населением были пеласты (неолит), иллирийцы (со

2 тыс. л. до н.э.). В 7-3 вв. до н.э. греками был основан ряд колоний. В 4 в. до н.э. возникли первые государственные образования иллирийских племен – у энхелеев, таулангиев, ардиев и др. Во 2 в. до н.э. территория современной Албании была завоевана Римом и затем вошла в состав римских провинций Далмации и Македонии. В этот период Албания сыграла важную роль: через нее проходили пути, связывающие Рим с балканскими провинциями и Востоком. При разделе Римской империи на рубеже 4-5 вв. Албания вошла в состав Византии. Нашествия готов и гуннов (кон. 4-5 вв.) опустошали территорию Албании. С конца 6 в. началось заселение славянскими племенами. Побережье с городом Диррахий (ныне Дуррес) оставалось под властью Византии. Другие части албанской территории входили в состав Болгарского государства. После падения Византии в Диррахии утвердился (1205) венецианцы, остальная часть территории вошла в состав Эпирского царства. В конце 13-перв. пол. 14 вв. западная часть территории Албании входила в состав Неаполитанского королевства, а северная – в Сербское. В середине 14 в. вся Албания была завоевана сербами. Стали развиваться города как центры ремесла и торговли – Дуррес, Шкодер, Дришти, Влёра, Берат, Лежа. После распада сербской державы Стефана Душана, внутри Албании происходила междоусобица местных земельных феодалов, чем воспользовались турецкие завоеватели в конце 14 в. В 1443 г. борьбу албанского народа против турок возглавил Скандербег (Гергий Кастриоти), но после его смерти турки к 1479 г. заняли всю территорию, кроме горных областей и нескольких приморских городов, находившихся под властью Венеции. Далее история албанского народа пронизана сопротивлением и борьбой против турецкого господства до второй половины 19 в. – времени албанского возрождения, подъема национального сознания и духовного уровня масс. Особый размах национально-освободительное движение получило в связи с революцией в России 1905-1907 гг. В 1912 г. вспыхнуло всеобщее восстание, но вскоре (окт. 1912г.) начавшаяся Балканская война изменила обстановку: территория Албании была оккупирована войсками Черногории, Сербии и Греции. Турция потерпела поражение. Встал вопрос о независимости. К этому подтолкнули события в России 1917г. 21-31 января 1920г. албанский Национальный конгресс провозгласил независимость Албании и объявил Тирану столицей. В декабре 1924 г. контрреволюция подавила демократическое движение, но в период 1939-1944 гг. национально-освободительная война против фашистских захватчиков закончилась победой народно- демократических сил с созданием временного демократического правительства. 11 января 1946 г. Албания была провозглашена народной республикой. По-



сле 1960 г. руководители страны стали проводить раскольнические действия в отношении социалистического содружества, а в 1968 г. заявили о выходе из Организации Варшавского договора.

Древнейшие художественные и архитектурные памятники относятся к 1 тыс. л. до н.э. (иллирийские укрепления из крупных каменных блоков, литые бронзовые украшения). От античной эпохи сохранились остатки оборонительных сооружений, общественных и жилых зданий, архитектурных деталей, мозаик, керамики на местах греческих колоний (Аполлония Иллирийская, Бутринт, Дуррес и др.) и римских укрепленных городов (Эльбасан и др.). в середине века в культовой архитектуре в центральных и южных районах страны преобладали сооружения византийского типа, а в северных районах – романского типа. С распространением ислама появляются мечети.

Албания – страна с красивой природой, ландшафт её богат живописными горами и скалистыми пиками, лазурно-синими водами Адриатики, прекрасными пляжами, густыми лесами.

Пляжи и берега Адриатического и Ионического морей составляют конкуренцию пляжам Италии и Хорватии.

Помимо красивой природы Албания интересна своей архитектурой – смесью множества культур, стилей, религий. Тут можно встретить памятники древнегреческого периода, монастыри всех конфессий, греческие храмы, мусульманские минареты, идиллические горные курорты, основанные ещё римлянами, заброшенные фабричные здания – парадоксальная архитектура – всё это создает особый, неповторимый колорит.

Столица Албании – город Тирана – наиболее, пожалуй, ярко выражающий многоликость архитектуры. Самое высокое здание в столице и стране – 15-ти этажная международная гостиница, фасад которой покрывает огромное мозаичное панно. Рядом с гостиницей расположен исторический музей Албании. Восточнее гостиницы находится дворец культуры с ярко выраженной «советской» архитектурой. Дворец имеет театр, художественные галереи, рестораны, кафе. Тут же находится национальная библиотека. Неподалёку разместилась мечеть Этем-Мей. Рядом с мечетью стоит часовая башня города. На бульваре Дешморет-э-Комбит расположен музей Национальной культуры, музей естественной истории и Художественная галерея. Стоит взглянуть на «Кладбище мучеников», на котором стоит памятник «Мать-Албания».

Не только Тирана, но ряд других городов Албании имеют свои достопримечательности, относящиеся к историко-культурному насле-

дию, а также памятники архитектуры, являющиеся национальным достоянием страны.

Дуррес расположен в 38 км к западу от столицы, основан в 627-м году до н.э. греками, второй по величине после Тираны. Здесь сохранились римские руины и укрепления, руины венецианской и византийской крепостей, средневековая стена от «Венецианской башни» идёт к Амфитеатру на склоне холма, являющемся визитной карточкой города-порта. На набережную порта выходит археологический музей, за которым находится старый дворец короля Ахмет Зога, перед которым высится статуя основателя страны – Скандербегга. Имеется морской курорт Дуррес-Пляж, неподалёку находятся римские термы.

Шкодер – один из старейших городов. В 500-м году до н. э. на его месте находилась Иллирийская крепость, охранявшая торговый перекрёсток к западу от города, где сливаются реки Буна и Дрин. Ранее Шкодер являлся католическим центром Албании: францисканская церковь на Руга-Ндре-Мджеда ныне один из главных христианских храмов в стране. Своей внушительностью поражает и мечеть. Рядом с мечетью расположен «общественный музей» (Музео Популло). В 2 км к юго-западу от города расположена крепость Розафа. Недалеко от крепости стоит многокупольная Свинцовая Мечеть – это единственная мечеть в городе, избежавшая разрушения во время культурной революции 60-х годов прошлого века. В 8 км от Шкодера находится мост Меси – памятник национальному герою Скандербегу.

Гирокастра – расположен в 120 км к югу от Тираны. Это город-музей, раскинувшийся вдоль берега реки Дрин. В 18-м веке город был крупным торговым центром. В 1417 году был разрушен турками и снова возрожден к 17-му столетию. Недалеко от базарной мечети в центре города в 20 веке воздвигнут памятник в честь возрождения албанского образования одному из подвижников его – Мемедху. Мрачная цитадель 14-го столетия доминирует над городом, ныне – это музей оружия. Имеется музей этнографии и национально-освободительного движения, мечеть Мекате, старые турецкие бани.

В 112 км от Дурреса лежат руины античной Аполонии, основанной в 855-м году до н.э. Это был важнейший город-государство Средиземноморья. Сохранившиеся достопримечательности: колоннада торговых рядов римского городского центра, амфитеатр, портик с нишами для статуй (3 век до н. э.), одеон (2 век н. э.), фрагменты крепостных стен (4 век н. э.), монастырь святой Марии (12-й век н. э.) с музеем археологии и византийской церковью, «Мозаичный дом» с фонтаном, булетирион (1 век н. э.). Рядом с Аполонией расположен монастырь Андроника.



Корча – город, расположенный в 179 км к юго-востоку от Тираны. Здесь размещается самый крупный ковродельческий центр Албании, который основан был ещё греками. В городе имеются музей албанского средневекового искусства, музей образования (здесь в 1887 году была открыта первая албанская школа), мечеть Мирахор (1466). В 1931 и 1960-х годах при землетрясении были разрушены многие здания и сооружения, в том числе и представляющие определённое значение как памятники архитектуры.

Кукес – город, расположенный в 100 километрах к северо-востоку от Тираны, на высоком живописном берегу горного озера Фиерца. Город молодой, возникший в 1962-м году (перенесён со старого места при слиянии Белой Дрины и Чёрной Дрины). На новом месте, где построена плотина гидроэлектростанции, стал развиваться новый город, а место старого затопила река, образовав водохранилище. Новый город стал для туристов объектом притяжения: горный чистый воздух, прекраснейшие пейзажи, водохранилище, зажатое крутыми горными склонами, фешенебельная гостиница, славящаяся одним из лучших ресторанов в стране.

Берат – известен с 3 века до н.э. Ныне это город-музей. Находится в 122 км к юго-востоку от Тираны. Из объектов истории и архитектуры имеются: крепость 14 века, множество маленьких церквей, собор Святой Богородицы 1797 г., музей Онуфри (назван по имени иконописца 16 века), церковь Святой Троицы (14 век), церковь Евангелистов (16 век), «Свинцовая мечеть» (1555 год), Королевская мечеть (1512 год), мечеть Холостяков (Бэчелорс) 1827 г. (здесь расположен музей народного искусства), гробница Альвети-теке («малая святыня», 1790 г.), церковь Святого Михаила (16 век), музей истории города и партизанского движения, музей этнографии.

Круя – бывшая столица Албании. Это заповедник древней культуры и архитектуры.

В 160 км к югу от Тираны – руины древнего города Бутринти (1 тысячелетие до н. э.), рядом с границей Греции. Многие столетия со времён древних греков Бутринти был укреплённым торговым городом с собственным акрополем, термами и домами знати, театром (3 век до н. э.), баптистерием, храмом Эскулапа, нимфеумом. Неподалёку – треугольная крепость 19-го века.

Эльбасан – город на правом берегу реки Шкумбини, недалеко от столицы.

Здесь проживают разные этнические группы, среди них – македонцы и болгары, сербы, итальянцы и австрийцы.



*Часовая башня*



*Церковь Святой Марии*



*Мечеть Назиреша*



*Турецкая крепость*

Эльбасан является центром одноименного округа и области. Город был основан в 1 тыс. до н. э., в те времена здесь проходили разные торговые пути, именно поэтому он быстро развивался и вскоре стал крупным центром. Когда-то тут располагалась греческая колония Скампа. Ее захватили римляне и превратили в хорошо укрепленный военный лагерь. Начало городу положило строительство крепости в 15



веке, здесь появились бани и мечети, проводились ярмарки. После отделения Албании от Турции город находился под властью Италии, позднее пережил социалистический режим.

С разных сторон город обступили горные хребты, раскинулись оливковые рощи, здесь проходит ветка железной дороги и трасса государственного значения. Среди всего этого великолепия расположены уникальные достопримечательности.

Главная достопримечательность города – это турецкая крепость, где сегодня расположен музей. Изначально в крепости было 26 высоких башен, из них сохранилась лишь небольшая часть. Еще один памятник архитектуры – это базилика, которая на сегодняшний день сильно разрушена, ей предстоит капитальная реставрация.

На территории Эльбасана также находится краеведческий музей, Королевская мечеть, церковь Святой Марии и музей партизанской войны, монументы и парки. В окрестностях города можно увидеть греческий монастырь и сернистые минеральные источники.

Турецкие бани, которые были построены в Эльбасане в 16 веке, заслуживают особого внимания. Они находятся в самом центре города, недалеко от этнографического музея, на противоположной стороне городского парка. Бани сохранились в хорошем состоянии, они являются уникальным образцом османской архитектуры.

Еще один памятник древней архитектуры - это знаменитые Базарные ворота. В эпоху правления турков на территории города были возведены не только мечети и турецкие бани, но и шумный базар, где продавались разные восточные сладости и изделия ручной работы. Время шло, базар исчез, но сохранились его ворота. Сегодня это одна из главных достопримечательностей Эльбасана.

#### **Библиографический список**

1. Селищев А. М., *Славянское население в Албании, София, 1931.*
2. *Албания, европейская // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: В 86 томах (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890 - 1907.*
3. Ари Г. Л. *Албания и Эпир в конце XVIII — начале XIX в. М.: 1963.*
4. Г. Л. Ари, Ю. В. Иванова, О. А. Колпакова, Н. Д. Смирнова. *Краткая история Албании. М.: 1992.*
5. БЭС, т. 1, 3-е изд. – М.: Изд. «Советская энциклопедия», 1970 – стр. 383-391.



УДК 72:94

## АРХИТЕКТУРА МАРОККО

**Куликов В.В., Лемрисс Сара, Богомолова А.В., Фролова Е.М.**  
*Тулский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Дается краткий обзор с историко-культурным наследием, в частности с архитектурой Марокко. Отмечаются ее особенности, многослойность, характерность, присущая этой стране.*

*Ключевые слова: историко-культурное наследие, архитектура, среда*

Марокко – государство на северо-западе Африки. Омывается на севере водами Средиземного моря и на западе Атлантическим океаном. Гибралтарский пролив отделяет Марокко от материка Европы. На востоке и юго-востоке граничит с Алжиром, на юге – с Западной Сахарой. Площадь 446,5 тыс. кв. км. Население 35,27 млн человек (на 2016 г.). Столица – город Рабат. Горная страна. Преобладают средневысотные и высокие горы, возвышенные равнины и плато.

Территория современного Марокко издавна заселена человеком. С древнейших времён здесь жили племена ливийцев, или древних берберов (предки современных берберов), занимавшиеся охотой, скотоводством, отчасти – земледелием (в горных и речных долинах). В конце второго тысячелетия до н. э. на побережье был основан ряд финикийских колоний, которые позднее перешли под власть Карфагена. После падения Карфагена северная часть отошла к Риму, где со временем образовалась римская провинция Мавритания с центрами в Тингисе (Тингитанская) и в Цезарее (Цезарейская). В 5 веке северную часть Марокко завоевали вандалы, а в 6 веке – Византия. В 702-711 годах территория Марокко была завоёвана арабами и включена в состав Арабского халифата. В 15 веке началось проникновение европейцев: португальцы захватили Сеуту, Арсилу, Танжер, основали порты Агадир и Мазаган, постепенно овладели всем Атлантическим побережьем; испанцы заняли порт Мелилью и остров Пеньон-де-Велес. История 19-начала 20-го веков проникнута борьбой местного населения за независимость. Затем устанавливается господство Франции и Испании. Во время второй мировой войны 1939-1945 годов (после капитуляции Франции в июне 1940 г.) французская территория перешла под власть правительства «Виши», военные базы переданы германскому командованию. 8 ноября 1942 г. англо-американские войска высадились на атлантическое побережье. Вступление Франции в 1949-м году в НАТО привело к строительству ряда новых французских и американских во-



енных баз. В 1954-1955 годах по всей стране проходили забастовки, закончившийся в 1956 году провозглашением независимости. В 1958-1972 годах между Марокко и СССР был подписан ряд соглашений об экономическом, техническом и научном сотрудничестве, а также ряд торговых соглашений.



*Рис 1. Церковь Нотр-Дам де Лурд. Касабланка*

На территории Марокко сохранились памятники древнего искусства: неолитические наскальные изображения животных, восходящие к первому тысячелетию до н. э., круглые каменные могильники – «Шуши», остатки финикийских поселений, красно-глазурная керамика, руины римских городов с остатками мозаик и скульптурой (Волубилис, Тамуд, Тингис и др.). В 11-15 веках на территории Марокко складывается школа мавританского искусства. Средневековые города Марокко, как и всего Магриба, состоят из «косбы» (цитадели) и «медины» (собственно города), окруженных стенами и прямоугольными в плане башнями (Рабат). Строительные материалы – камень, глина, кирпич, бетон. В культовой архитектуре сложился тип мечети с многостолпным молитвенным залом, аркады которого выходят в прямоугольный в плане двор; к стене с михрабом примыкает неф, который, как и осевой, перекрыт сталактитовыми или ячеистыми куполами и

наборными деревянными потолками – артезонадо (мечети Карауин в Фесе (859), расширена в 956 и 1135 годах; Кутубия в Марракеше (1153). О стремлении к увеличению архитектурного пространства, как в римских общественных зданиях, свидетельствует мечеть в Рабате (1195). Характерны минареты в виде квадратных в плане башен с резным каменным декором (минарет мечети Кутубия в Марракеше 1184-1199), стрельчато-подковообразные, многолопастные и фестончатые арки на пилонах. В декоре применяется резьба. В 11-13 веках высокого уровня достигает фортификационное строительство: возводятся крепости (Амаргу, близ Феса, 11 век; Тасгимут, близ Марракеша, 12 век) и городские укрепления с прямоугольными в плане башнями и украшенными резьбой по камню воротами (Баб-Агвенау в Марракеше, 12 век). В архитектуре 13-14 веков, сохраняющей старые конструкции, особое развитие получает декор: виртуозная резьба по дереву и стук, глазурированные изразцы, керамическая и стеклянная мозаика, витражи (Большая мечеть в Таза, 12-13 век, перед михрабом – ажурный купол на нервюрах; медресе Аттарин в Фесе, 1323-25). Памятники 16-17 веков отличаются чрезмерной пышностью (ансамбль мавзолеев в Марракеше, вторая половина 16 века; Большие мечети в Танжере и Тетуане).



*Рис 2. Ворота Королевского Дворца*



Из сооружений 18-19 века выделяются ворота Баб-аль-Мансур в Мекнесе (1732), дворцы Феса (Дар-Бота), Мекнеса (Дар-Джаман) и Марракеша (Дар-аль-Макзен; все – 19 век). В средние века сложились сохраняющиеся и поныне типы народного жилища: двухэтажные каменные дома с внутренним двором (в городах Рабат, Сале и др.), башенные дома- крепости (Высокий Атлас), круглые в плане с конической крышей хижины – «нуала» (близ Рабата), жилища с двускатными камышовыми крышами. В период французского протектората города застраивались европейскими кварталами (французский архитектор А. Прост, 1912-1923); в архитектуре первой половины 20 века получил распространение стиль «мореск» (подражательное и эклектичное использование декоративных элементов мавританской архитектуры). В начале 1950-х годов в Рабате и Касабланке строятся здания с использованием современных конструкций и материалов (здание «Либерте» в Касабланке, 1950, архитектор Л. Моранди; госпиталь в Рабате, начало 1950-х годов, архитектор Э. Делапорт). После завоевания независимости (1956) развёртывается широкое строительство массовых жилых домов, промышленных и общественных сооружений, с солнцезащитными устройствами (ребра, решетки, козырьки). Строят марокканские (Э. Азагури, Ж.Ф. Зевако) и французские (Ж. Кандилис, Ш. Вудс) архитекторы.

В качестве наиболее динамично развивающихся городов – город Касабланка, известный как «Белый город». Это реальный экономический локомотив экономики. Его порт осуществляет три четверти объемов груза всех портов Марокко, аэропорт международного класса занимает первое место в стране.

Касабланка расположен на равнине, и вследствие этого исторически развивался как сельскохозяйственный регион, являясь сегодня главным центром сельского хозяйства страны.

Его положение на побережье Атлантического океана позволяет ему иметь доступ к морским ресурсам (в основном для рыбной ловли). Впечатляет площадь лесов (эвкалипт, сосна, пальма) вокруг города.

По переписи 2016 г. население города составляла 5,12 млн жителей, что делает его самым густонаселенным городом королевства.

За полвека, с 1910 по 1960 годы Касабланка стал большим мегаполисом и главным экономическим центром Марокко. Первым планом реконструкции города (его припортовой части) занимался в 1920-е годы Анри Прост. В 1950 году архитектор Мишель Екошард начал разрабатывать (в течение шести лет) проект расширения и организации города, по которому Медина – исторический город – вошёл в центральную часть нового города. К востоку от Медины разворачивается

район арт-деко, как продолжение европейского квартала города (под французским протекторатом возникший). В нём располагается несколько монументальных композиций, которые придают особый колорит городу: административные здания, парк Лиги арабских государств, широкие бульвары с пальмами и так далее. К западу от Медины разместились район Бургундия, на берегу моря. Здесь красивые набережные, мечеть Хасана Второго.



*Рис 3. Музей «Вилла искусств» в Касабланке*



*Рис 4. Мечеть Хасана Второго в Касабланке.*



Чуть дальше – рестораны, пляжи, богатые особняки на переднем плане холма Анфа. В центре города множество гостиниц, консульств, центр бизнеса. В городе существует богатейшее разнообразие стилей, которое обогащает архитектурное пространство Касабланки. Среди различных архитектурных влияний выделяется арабо-андалузский стиль. Здесь присутствует и модерн, и арт-деко, и кубизм, и современное движение, и брутализм. Это достижения большого числа известных архитекторов, выраженные уникальным стилем гетерогенности. Касабланка привлекает многих архитекторов из разных стран, что порождает богатое разнообразие архитектурных объектов, градостроительных решений, что особенно заметно при строительстве вилл, где изобретательность и экспериментирование проявились особенно сильно. В силу вышеизложенного Касабланка претендует на столицу современной архитектуры. В 1950 году Касабланка явился городом-полигоном строительства первого небоскрёба (78 м) в Африке.

**Библиографический список**

1. БСЭ, т.15, третье изд-е, - М.: Изд. «Советская энциклопедия». 1974, стр. 398-406
2. Всеобщая история архитектуры, т.8, М., 1969, с.85-100
3. Веймарн Б., Каптерева Т., Подольский А., Искусство арабских народов, М., 1960



УДК 624.131.7

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОДРАБОТКИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ**

**Жур В.Н.**

*Донской государственный технический университет  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*Установлен набор необходимых параметров (вертикальное оседание, горизонтальное перемещение, наклон, кривизна, относительные горизонтальные деформации) для расчета показателя деформаций зданий и сооружений при одновременном влиянии подработки и просадки. Оценка технического состояния наземных объектов, подверженных воздействию двух указанных факторов, осуществляется путем сравнения максимального значения расчетного показателя деформаций с допустимым и предельным значениями.*

Наличие подземных горных выработок формирует особые условия для проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Сдвигения земной поверхности с образованием мульд оседания вызывают неравномерные деформации оснований фундаментов. Существующие нормативные документы [1 – 3] регламентируют методы расчета и мероприятия по снижению негативного влияния подземных выработок на застройку градопромышленных территорий угледобывающих районов.

Эксплуатация зданий на территории Восточного Донбасса осложняется распространением просадочных грунтов, которые при водонасыщении проявляют резкое снижение несущей способности, сопровождающееся просадками как от собственного веса, так и от прилагаемых нагрузок [4, 5]. Следует рассмотреть некоторые особенности расчета параметров деформации грунтовых оснований при совместном взаимодействии двух указанных выше факторов [6, 7].

Степень повреждений наземных объектов при подработке характеризуется расчетным показателем деформации  $\Delta l$  [1], который зависит от параметров мульды сдвижения земной поверхности и геометрических размеров здания.

$$\Delta l = l \sqrt{m_{\varepsilon}^2 \left( \sum_1^n \varepsilon_i \right)^2 + m_k^2 H^2 \left( \sum_1^n K_i \right)^2}$$

где:  $l$  и  $H$  - соответственно длина здания (отсека), мм, и его высота от подошвы фундамента до верха карниза, м;

$\varepsilon_i$ ,  $R_i$  - соответственно расчетные величины горизонтальной деформации (безразм.), радиуса кривизны, м ( $R=1/K$ ,  $K$  - кривизна земной поверхности, 1/м);

$m_{\varepsilon}$ ,  $m_k$  - коэффициенты условий работы при учете воздействия на здание или сооружение относительных горизонтальных деформаций  $\varepsilon$  и кривизны  $K$  [1].

Для оценки технического состояния наземных объектов расчетная величина  $\Delta l$  сравнивается с предельным  $[\Delta l_{П}]$  и допустимым  $[\Delta l_{Д}]$  показателями деформаций, зависящие от грунтовых условий, материала и степени износа несущих конструкций, этажности, формы здания в плане и др. При этом предельный показатель деформации  $[\Delta l_{П}]$  используется для оценки воздействий по первой группе предельных состояний, допустимый  $[\Delta l_{Д}]$  – по второй.

Наиболее важным параметром при расчете оснований, сложенных просадочными грунтами, является разность деформаций осадки и



просадки  $\Delta s$  под отдельными фундаментами или точками сплошных плит. Разность деформаций  $\Delta s$  складывается из осадок основания без учета просадочных свойств, просадок от собственного веса грунта и от нагрузки, дополнительных осадок грунтов под просадочной толщей [2, 3]. Величина  $\Delta s$  не должна превышать предельно допустимого значения, регламентированного приложением Г СП 22.13330.2016 [3]

Несмотря на то, что параметры деформаций четко определены методиками расчета от подработки и просадки, суммирование параметров  $\Delta l$  и  $\Delta s$  не допускается. Это объясняется тем, что величина  $\Delta s$  представляет собой вертикальный вектор перемещения, направленный в соответствии с вектором приложения нагрузки на основание и направлением давления от собственного веса грунта. Величина  $\Delta l$  является суммой векторов горизонтальных и вертикальных перемещений точек поверхности в пределах мульды сдвижения.

Предлагается следующее решение поставленной задачи. Характер поверхности оседания при подработке идентичен просадочной воронке при просадке от собственного веса грунта (рис. 1).

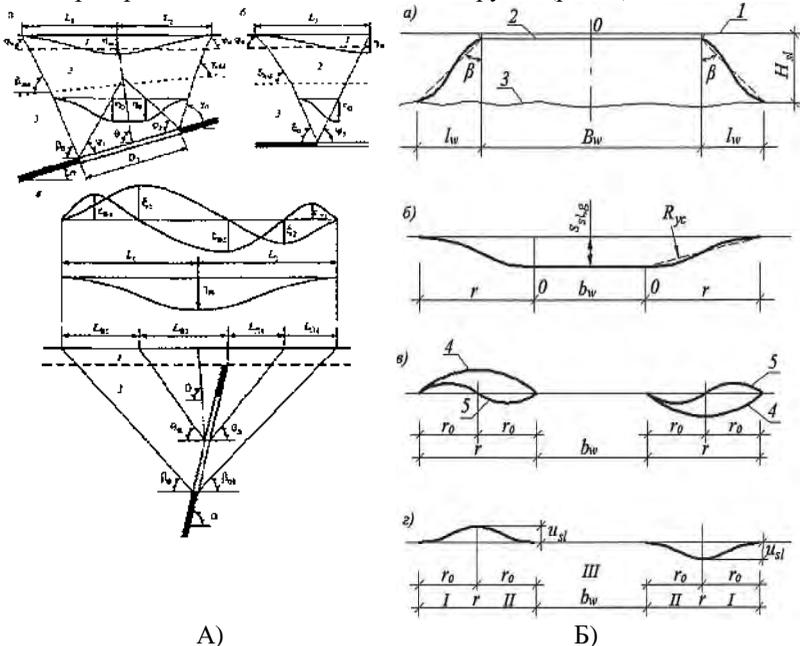


Рис. 1. Типовые схемы оседания поверхностей при подработке (А) и просадке от собственного веса грунта (Б).

На рис. 1, А) показаны:

*a* - вертикальный разрез вкрест простирания при наклонном залегании угольных пластов; *b* - то же, при крутом залегании угольных пластов; *в* - вертикальный разрез по простиранию пластов; 1 - кривые оседаний; 2 - эпюры наклонов; 3 - эпюры кривизны; 4 - эпюры относительных горизонтальных деформаций; 5 - эпюры горизонтальных сдвижений; 6 - пласт; 7 - очистная выработка; 8 - положение земной поверхности до подработки;  $\eta_{max}$  - максимальное оседание земной поверхности;  $\beta_0$ ,  $\gamma_0$ ,  $\delta_0$  - граничные углы сдвижения;  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $\psi_3$  - углы полных сдвижений;  $\theta$  - угол максимального оседания;  $\alpha$  - угол падения пласта.

На рис. 1, Б) показаны:

*a* - поперечный разрез зоны увлажнения; *b* - кривая просадки поверхности грунта; *в* - кривые наклонов (4) и кривизны (5) поверхности; *г* - кривые горизонтальных перемещений поверхности грунта; 1 - положение земной поверхности; 2 - площадь замачивания; 3 - нижняя граница растекания воды;  $B_w$  - ширина замачиваемой площади;  $b_w$  - ширина горизонтального участка просадки;  $\beta$  - угол растекания воды;  $H_{sl}$  - просадочная толщина;  $r$  - расчетная длина криволинейного участка просадки от собственного веса грунта;  $b$  - ширина зоны растекания воды;  $i_{sl}$  - наклон земной поверхности;  $u_{sl}$  - горизонтальные перемещения земной поверхности; I и II - зоны соответственно разуплотнения и уплотнения грунта;  $r_0$  - ширина зон уплотнения и разуплотнения грунта [1, 2, 3]

Путем сравнения профилей оседания земной поверхности при подработке и просадке на рис. 1, установлено, что в пределах криволинейных участков мульды сдвижения и просадочной воронки формируются зоны вертикальных и горизонтальных перемещений. Эпюры относительных величин, таких как наклоны и кривизна имеют идентичные точки экстремумов. Разница состоит лишь в масштабе, так как размеры мульды сдвижений и просадочной воронки могут отличаться более чем в несколько раз.

Анализируя типовые схемы сдвижений вследствие подработки и просадки от собственного веса грунта, установлен набор расчетных параметров (таблица 1) и согласовано правило знаков (таблица 2) при интерпретации результатов расчета по двум методикам, которые будут использованы при определении показателя деформации  $\Delta l$ .

Определив все указанные в таблице 1 параметры, строятся эпюры оседаний, наклонов, горизонтальных перемещений и кривизны в расчетных точках поверхностей сдвижения от подработки и просадки вследствие замачивания грунтов (рис. 1). Устанавливается расположе-



ние точки или середины горизонтального участка (ось 0) с максимальной просадкой от собственного веса грунта  $s_{sl,g}$  относительно точки или середины участка мулды с максимальным оседанием  $\eta_{max}$  от подработки и суммируются величины вертикальных и горизонтальных перемещений с учетом принятого правила знаков (таблица 2).

Таблица 1

**Параметры деформаций оснований от подработки и просадки**

| Параметры мулды сдвижения от подработки |               |                        | Параметры просадочной воронки от собственного веса |               |          |
|---|---------------|------------------------|--|---------------|----------|
| Наименование параметра                  | Обозначение   | Ед.изм.                | Наименование параметра                             | Обозначение   | Ед. изм. |
| Оседание                                | $\eta$        | мм                     | Просадка от собственного веса                      | $s_{sl,g}$    | см       |
| Горизонтальные сдвижения                | $\xi$         | мм                     | Горизонтальные перемещения точек поверхности       | $u_{sl}$      | см       |
| Наклон поверхности оседания             | $i$           | -                      | Наклон поверхности грунта в основании              | $i_{sl}$      | -        |
| Кривизна поверхности оседания           | $K$           | $1 \times 10^{-3} 1/м$ | Кривизна поверхности грунта в основании            | $\rho_{sl}$   | 1/м      |
| Радиус кривизны                         | $R$           | км                     | Радиус кривизны поверхности                        | $R$           | м        |
| Относительные горизонтальные деформации | $\varepsilon$ | -                      | Относительные горизонтальные деформации            | $\varepsilon$ | -        |

Таблица 2

**Знаки сдвижений и деформаций при подработке и просадке**

| Знак положительный   |   | Знак отрицательный  |   |
|--|---|---|---|
| Подработка   | Просадка  | Подработка  | Просадка                                      |
| Оседание   | Просадка  | Поднятие  | Набухание                                     |
| Горизонтальные сдвижения в сторону восстания и в сторону простириания пласта | Горизонтальные перемещения слева направо              | Горизонтальные сдвижения в сторону падения и в сторону, обратную простирианию | Горизонтальные перемещения справа налево      |
| Наклоны в сторону восстания и в сторону простириания пласта                  | Наклоны к внутренней области с максимальной просадкой | Наклоны в сторону падения и в сторону, обратную простирианию пласта           | Наклоны к внешней границе просадочной воронки |
| Кривизна и радиус кривизны выпуклости кривой оседания                        |   | Кривизна и радиус кривизны вогнутости кривой оседания                         |   |
| Растяжение   |   | Сжатие  |   |

Затем на суммарных наносится контур объекта, для которого определяется искомый показатель  $\Delta l$ . По найденной максимальной величине деформаций можно произвести дальнейшую оценку влияния подработки и просадки, используя приложение 7 ПБ 07-269-98 [1], где указаны ожидаемые повреждения конструкций гражданских зданий, по которым определяется сумма ущерба в денежном выражении.

Таким образом, удалось обосновать правильность выражения параметров сдвижений земной поверхности при просадке от собственного веса грунта через показатель деформации  $\Delta l$ . Предлагаемый способ оценки влияния совместного воздействия подработки и просадки на здания и сооружения, дает возможным оценить риски нарушения нормальной эксплуатации застройки горнопромышленных территорий Восточного Донбасса в период постмайнинга [4, 6].

#### **Библиографический список**

1. ПБ 07-269-98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.
2. СП 21.13330.2012. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах.
3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
4. Прокопова М.В., Прокопов А.Ю., Жур В.Н. Исследование свойств лессовых просадочных грунтов Восточного Донбасса// Транспорт: наука, образование, производство: сб. науч. тр. Том 2. Технические науки. Рост. гос. ун-т путей сообщения. Ростов н/Д, 2017. – С. 354 – 358.
5. A. Prokopov, M. Prokopova, Ya. Rubtsova The experience of strengthening subsidence of the soil under the existing building in the city of Rostov-on-Don// MATEC Web of Conferences [Электронный ресурс]. – 2017. – Vol. 32. – (International Science Conference SPbWOSCE-2017 «SMART City»)URL: doi <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710602001>
6. A. Prokopov, V. Zhur, A. Medvedev Application of the cartographic method of research for the detection of the dangerous zones of mining industrial territories// MATEC Web of Conferences [Электронный ресурс]. – 2018. – Vol. 196. – (XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering) URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819603009>
7. Прокопов А.Ю., Жур В.Н. О методике районирования угледобывающих территорий по категориям опасности развития негативных техногенных и геологических процессов// Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 12-й Междунар. конф. Том 2. – Тула: ТулГУ, 2016. – С. 208 – 215.





УДК 624.15

## УСТРАНЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ СТАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА МЕТОДОМ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ

Прокопов А.Ю., Виницкий А.Н.

*Донской государственный технический университет  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*Предложен вариант упрочнения основания стального резервуара, построенного на слабых водонасыщенных сильно-сжимаемых глинистых грунтах, основанный на применении само-расширяющихся геополлимерных смол.*

Главная цель расчета оснований резервуаров – это определение возможности использования естественных грунтов в качестве основания и выбор оптимальной конструкции фундамента [1].

В соответствии с действующими нормами существует две группы предельных состояний, по которым ведется расчет:

- по несущей способности (первая группа);
- по деформациям (вторая группа).

Расчеты по второй группе предельных состояний (абсолютная осадка, средний крен резервуара, относительный прогиб днища) являются основными, и они выполняются с учетом совместной работы резервуара и его основания [2]. Для расчета основания фундамента в соответствии с нормативными документами применяют расчетную схему в виде линейно-деформируемого полупространства, с условным ограничением глубины сжимаемой толщи [3].

При проектировании и строительстве наибольшая сложность при устройстве оснований и фундаментов резервуаров возникает при наличии слабых и неоднородных грунтов, вызывающих неравномерные осадки по периметру.

Примером такого случая является резервуар для хранения мелассы в г. Новокубанске.

Стальной резервуар (рис. 1) был построен в июле 2015 г. по типовому проекту. Он смонтирован на монолитном кольцевом железобетонном фундаменте из бетона марки В15, и имеет следующие характеристики:

- хранимый продукт – меласса плотностью 1,45 т/м<sup>3</sup>;
- диаметр резервуара – 20,92 м;
- высота стенки – 12,0 м;
- площадь зеркала продукта – 344 м<sup>2</sup>;

- максимальная высота налива – 11,0 м;
- полезная вместимость – 3781 м<sup>3</sup>;
- геометрический объем – 3953 м<sup>3</sup>;
- масса хранимой мелассы – 5482,45 т;
- масса резервуара – 94,6 т;
- масса фундамента – 130,2 т;
- площадь фундамента – 412,38 м<sup>2</sup>;
- давление по подошве  $5707,3/412,4 = 13,84 \text{ т/м}^2 = 138,4 \text{ кН/м}^2$ .



*Рис. 1. – Общий вид объекта*

Грунтами основания фундаментов до глубины 20,0 м служат техногенные грунты, слабые водонасыщенные супеси и суглинки. В интервале глубин 10 -15 м залегает галечниковая прослойка [4].

Конструкция резервуара включает металлическое днище и вертикальные стенки, сваренные из отдельных металлических листов. Днище резервуара изготавливается в виде 2 полотнищ и транспортируется к месту строительства свернутым в один рулон. Днище запроектировано из листов размерами 1500 x 6000 мм. При изготовлении полотнищ днища все заводские сварные соединения выполняются встык.

Заготовки стенки изготавливаются в виде вальцованных листов и поставляются к месту монтажа в кассетах. Стенка запроектирована из листов 1500 x 6000 мм и состоит из 2 рулонов. При изготовлении стенки все заводские сварные соединения выполняются встык.

Покрытие резервуара – сборное, распорной конструкции, состоит из 20 плоских щитов, укладываемых с уклоном 1/8 на центральное



кольцо и стенку резервуара. Между собой щиты соединяются путем нахлестки и сварки.

В результате исследований было выяснено, что в основании залегают супеси и суглинки с большой сжимаемой толщей, и соответственно, малым значением модуля деформации  $E$  [4].

При выполнении визуального, инструментального обследования и поверочных расчетов было выявлено, что данное сооружение имеет следующие деформации:

- неравномерность осадки по всему периметру, максимально равной – 22 мм;
- отклонение стенок резервуара от вертикали – до 12,5 см;
- неравномерные прогибы днища.

В мире есть немало примеров резервуаров, расположенных на структурно-неустойчивых грунтах. Для таких сооружений принято выполнять гидравлические испытания, путем частичного заполнения емкости и последующего наблюдения за деформациями. При таких испытаниях происходит постепенное уплотнение основания, при этом проверяется возможность грунтов воспринимать нагрузку без предварительного их усиления [5].

Для резервуара, находящегося в г. Новокубанске, были проведены гидравлические испытания, но после выполнения первой загрузки были получены сверхнормативные деформации, нарушившие его нормальную эксплуатацию [6].

На основании результатов проведенного обследования и оценки технического состояния РВС для хранения мелассы было принято решение по выравниванию крена методом подъема гидравлическими домкратами с последующей заливкой основания цементно-песчаным раствором и устройством кольцевой армированной стенки в грунте по периметру резервуара [7].

Основными недостатками принятого метода являются:

- необходимость усиления металлоконструкций резервуара для устройства опорных конструкций под гидравлические домкраты, и связанный с этим большой объем сварочных работ;
- сложность нагнетания и равномерного распределения и уплотнения раствора под резервуаром в период его подъема домкратами;
- ослабление основания и опасность «выпора» грунта в период отрывки кольцевой траншеи по периметру для устройства железобетонной стенки;
- дополнительный объем земляных работ и расход арматуры и бетона для устройства кольцевой стенки в грунте;

– воздействие не на причину образования крена (локальное снижение модуля деформации грунтов), а ликвидация последствий его возникновения без фактического улучшения строительных свойств грунтового основания, тем самым сохранение опасности повторного образования неравномерных деформаций.

В качестве альтернативного метода исправления крена резервуара предлагается порционное инъецирование в основание геополлимерных смол, разработанных в Финляндии. Указанный метод за несколько последних лет прошел успешную апробацию в сложных инженерно-геологических условиях, в т.ч. при наличии просадочных грунтов, на объектах в Ростовской области, Краснодарском крае и др. [8, 9]. При выполнении работ этим методом производится нагнетание расширяющегося геополлимерного кампаунда в массив грунта под давлением 2-7 атм. В процессе нагнетания происходит армирование грунтового массива жесткими телами затвердевшего геополлимера и улучшение физико-механических характеристик за счет уплотнения под действием экспансивных сил. Высокая избирательность уплотняющего материала позволяет усиливать наиболее слабые зоны грунтового массива, создавая тем самым однородное основание с высокой несущей способностью.

Объем нагнетания уплотняющего материала рассчитывается с учетом разницы между фактической несущей способностью грунтов основания, определённой динамическим зондированием, и распределённой нагрузкой от веса конструкций сооружения, с целью предотвращения развития неравномерной осадки.

После выполнения предусмотренных проектом работ, в основании фундаментов будут созданы армированные несущие массивы. Они будут представлять собой природно-техногенный композит с высокой степенью жесткости, в котором в качестве матрицы выступает уплотненный грунт, а в качестве жестких включений – затвердевший полимер. Проектом предусматривается нагнетание материала с использованием вертикальных инъекторов диаметром 12 мм, устанавливаемых под наклоном, которые выполняют функции дополнительных элементов вертикального армирования (рис. 2).

Схема укрепления грунтов основания разработана с учетом оптимального распределения геополлимерного материала.

Основными преимуществами указанного метода по сравнению с ранее рассмотренными являются:

– высокая эффективность закрепления грунтов, обеспечивающая не только повышение модуля деформации основания, но и соз-



дающее вертикальное давление, способное поднять осевшую часть резервуара и устранить его крен;

- высокая точность контроля положения резервуара в процессе закрепления с помощью системы лазерных нивелиров, исключающая «переподъем» конструкций или их неравномерное поднятие;

- строго дозированное инъецирование смол малыми порциями, позволяющее контролировать процесс саморасширения и обеспечивающее экономию геополимерных материалов;

- отсутствие необходимости устройства гидродомкратов и других подъемных механизмов и устройств;

- одновременное выравнивание неравномерно деформированного дна резервуара путем точного количества закачиваемого материала в соответствующие точки основания с учетом фактической осадки.

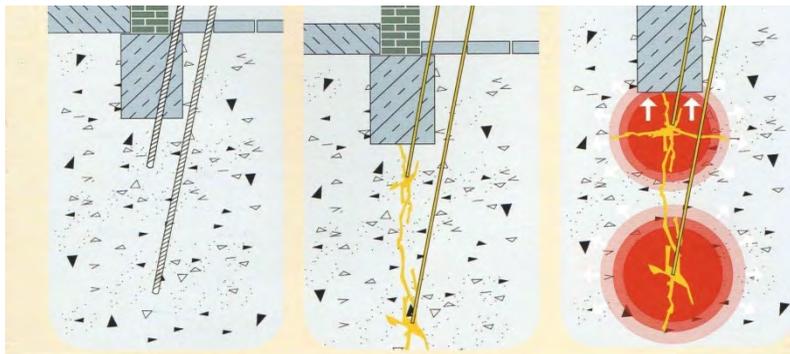


Рис. 2. – Схема инъецирования геополимерного материала

Применение метода инъецирования в грунтовое основание геополимерных саморасширяющихся смол в рассматриваемом случае позволило бы, на наш взгляд, существенно улучшить эксплуатационную надежность металлического резервуара и повысить срок его безаварийной службы, что, в конечном итоге, обеспечило бы и экономическую эффективность и окупаемость первоначальных затрат на более дорогие материалы.

#### **Библиографический список**

1. Сорочан Е.А. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика / Под общ. ред. Е.А. Сорочан-на. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
2. Иванов Ю.К., Коновалов П.А., Мангушев Р.А., Сотников С.Н. Основания и фундаменты резервуаров / Под ред. П. А. Коновалова. – М.: Стройиздат, 1989. – 223 с.
3. СП 20.13330.2016. Основания зданий и сооружений.

4. Технический отчет по результатам обследования и составления заключения о техническом состоянии строительных конструкций резервуара стального вместимостью 4000 м<sup>3</sup> для хранения мелассы на заводе ОАО «Кристалл-2» в г. Новокубанске Краснодарского края». Шифр 4.6.16.9-171/15. / А.Ю. Прокопов, С.М. Черкасов, В.Ф. Акопян, К.Э. Ткачева, В.Н. Жур. – Ростов н/Д: РГСУ, 2015. – 171 с.

5. Прокопов А.Ю., Ткачева К.Э. Исследование напряженно-деформированного состояния фундамента вертикального резервуара с учетом динамики эксплуатационных нагрузок// Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3200](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3200).

6. Прокопов А.Ю., Ткачева К.Э., Жур В.Н. Анализ причин неравномерных деформаций основания металлического резервуара// Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: Материалы 11-й междунар. конф. – Тула: ТулГУ, 2015. – С. 203 – 210.

7. Технический отчет по теме «Разработать проект обеспечения эксплуатационной надежности конструкций металлического резервуара для хранения мелассы на заводе ОАО «Кристалл-2» в г. Новокубанске Краснодарского края». Шифр 4.6.16.9-9/16. / А.Ю. Прокопов, С.М. Черкасов, В.Ф. Акопян, А.Н. Виноцкий. – Ростов н/Д: РГСУ, 2016. – 60 с.

8. Прокопов А.Ю., Прокопова М.В., Писарев В.Д. Анализ преимуществ и особенностей технологии усиления грунтовых оснований геополимерными составами// Перспективы розвитку будівельних технологій: 11-та Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів та студентів (2017) – Дніпро: НГУ, 2017. – С.63 – 68.

9. Прокопов А.Ю., Виноцкий А.Н. Анализ способов устранения деформаций зданий и сооружений в форме крена// Строительство и архитектура – 2017: материалы науч.-практ. конф. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. – С. 208 – 212.



УДК 539.3

## **ОБЩАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОТНОГО ОБЪЕКТА НА НЕОДНОРОДНОМ ОСНОВАНИИ**

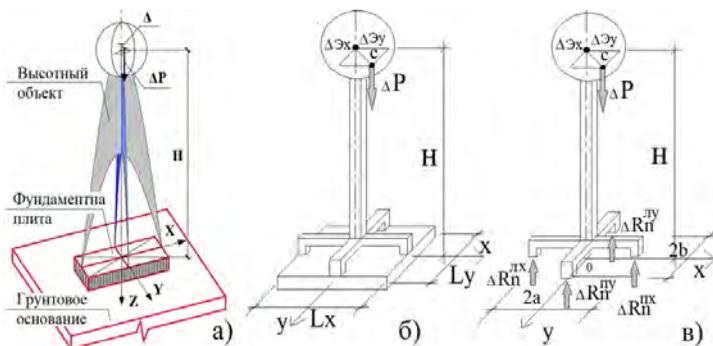
**Иноземцев В.К., Жесткова С.А.**

*Саратовский государственный технический университет, г.Саратов,  
Россия*

*Исследована общая устойчивость высотного объекта, моделирующего здание, расположенного на неоднородном грунтовом основании типа Винклера. Установлены деформации крена и тенденции изменения критического параметра.*

Под общей устойчивостью в данном случае понимаем устойчивость исходного строго вертикального состояния равновесия высотного объекта на деформируемом основании, описываемом моделью местных деформаций.

Рассматривается задача общей устойчивости высотного объекта на деформируемом основании. В качестве начального несовершенства примем малую неравномерность жесткостных свойств основания по плану фундаментной плиты (рис. 1).



*Рис. 1*

Грунтовое основание строительных объектов обычно сложено природными слоями с различными жесткостными характеристиками. Работу на сжатие несущего слоя (рис. 1) оценим, рассматривая переменный по плану фундаментной плиты коэффициент Винклера:

$$k(x, y) = k_0 + k_x x + k_y y; \quad (1)$$

где:  $k_0$  – коэффициент постели основания, характеризующий работу основания на обжатие (коэффициент Винклера);  $k_1, k_2$  – коэффициенты, задающие начальное несовершенство жесткостных свойств основания.

Для рассматриваемого случая дифференциальная задача бифуркационной устойчивости на базе статического критерия имеет вид:

$$D \nabla^4 \Delta W(x, y) + k(x, y) \Delta W(x, y) = \Delta q(\Delta W, W, \Delta P, P), \quad (2)$$

где  $D$  – цилиндрическая жесткость фундаментной плиты;  $\Delta W(x, y)$ ,  $W(x, y)$  – приращение и суммарные вертикальные перемещения деформируемой плиты в «возмущенном» состоянии равновесия;  $\Delta q$  – приращение нагрузки на фундаментную плиту под опорами сооружения;  $P$  – равнодействующая веса сооружения в центре сил тяжести. Граничные условия для свободных краев плиты ( $x=0, L_x; y=0, L_y$ ) имеют вид:

$$\frac{\partial^2 \Delta W}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 \Delta W}{\partial y^2} = 0; \quad \frac{\partial^3 \Delta W}{\partial x^3} + (2 - \mu) \frac{\partial^3 \Delta W}{\partial x \partial y^2} = 0.$$

$$\frac{\partial^2 \Delta W}{\partial y^2} + \mu \frac{\partial^2 \Delta W}{\partial x^2} = 0; \quad \frac{\partial^3 \Delta W}{\partial y^3} + (2 - \mu) \frac{\partial^3 \Delta W}{\partial y \partial x^2} = 0. \quad (3)$$

Для рассматриваемой расчетной схемы приращение нагрузки на фундаментную плиту под опорами сооружения в «возмущенном» состоянии равновесия получим в виде рекуррентных соотношений из условия равновесия высотного объекта:

$$\Delta q_n^{nx, ny} (W^{nx}, W^{lx}, P) = \frac{\Delta P}{2F_{on}} \left( \frac{1}{2} \pm \frac{H}{2a^2} \sum_{i=1}^{n-1} (\Delta W^{nx} - \Delta W^{lx}) \right) \pm \pm \frac{P}{2F_{on}} \frac{H}{a^2} (\Delta W^{nx} - \Delta W^{lx}); \quad (4)$$

$$\Delta q_n^{ny, ly} (W^{ny}, W^{ly}, P) = \frac{\Delta P}{2F_{on}} \left( \frac{1}{2} \pm \frac{H}{2b^2} \sum_{i=1}^{n-1} (\Delta W^{ny} - \Delta W^{ly}) \right) \pm \pm \frac{P}{2F_{on}} \frac{H}{b^2} (\Delta W^{ny} - \Delta W^{ly}),$$

где  $H$  – высота центра сил тяжести высотного объекта;  $2a=2b=B$  – расстояние между опорами;  $D$  – изгибная жесткость фундаментной плиты;  $\Delta \mathcal{E}_x, \Delta \mathcal{E}_y$  – приращения эксцентриситета в направлении осей  $x$  и  $y$  (рис. 1б, в);  $C$  – положение центра сил тяжести с учетом приращения эксцентриситета (рис.1б, в);

Для дискретизации системы дифференциальных уравнений устойчивости используем метод конечных разностей.

Рассмотрим вопрос общей бифуркационной устойчивости высотного объекта, основываясь на предположении о недеформируемости фундаментной плиты. Это позволит привлечь для сравнения результатов аналитическое решение для критической нагрузки  $R_{кр}$ . Так при ширине фундаментной плиты  $L = 25$  м получим [1]:

$HR_{кр} / k = J_0 = 3.26 * 10^4 \text{ м}^4$ , где:  $J_0$  – наименьший центральный момент инерции площади основания.

Рассмотрим результаты расчета высотного объекта на деформируемом неоднородном основании. На рис. 2а показаны деформации крена высотного объекта для достаточно жесткой фундаментной плиты:  $D/k_0 = 2.7 \cdot 10^6$ ;  $\bar{k}_X = k_x / k_0 = k_y / k_0$ .

При приближении к значению критической нагрузки получаемой по аналитическому решению для абсолютно жесткой плиты (6) деформации крена высотного объекта возрастают и стремятся к бесконечности. При малом начальном несовершенстве жесткостных свойств



основания ( $k_x=0.01$ ) полученная критическая нагрузка стремится к аналитическому решению.

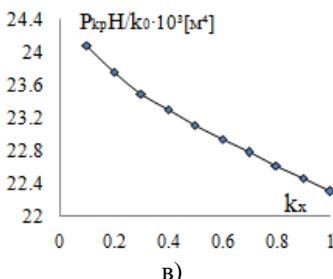
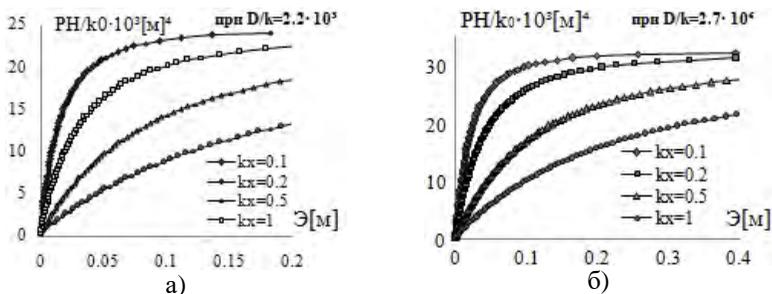


Рис. 2

На рис. 2б показаны графики деформаций крена высотного объекта для фундаментной плиты средней жесткости. Увеличение неоднородности жесткостных свойств основания повышает склонность высотного объекта к развитию деформаций крена и снижает величину критической нагрузки (рис. 2в).

Таким образом, можно сделать вывод, что малое несовершенство жесткостных свойств основания высотного объекта существенно влияет на его общую устойчивость.

Библиографический список

1. Иноземцев В.К. Деформации крена высотного объекта на деформируемой плите / В.К.Иноземцев, О.В.Иноземцева, С.А.Жесткова // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, 2017. – С. 74-78.



УДК 539.3

## ДЕФОРМАЦИИ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ ВЫСОТНОГО ОБЪЕКТА НА НЕЛИНЕЙНО-ДЕФОРМИРОВАННОМ ОСНОВАНИИ

Иноземцев В.К., Жесткова С.А.

Саратовский государственный технический университет, г. Саратов, Россия

*Исследовано деформирование фундаментной плиты высотного объекта, моделирующего здание. Фундаментная плита опирается на нелинейно деформируемое основание. Для описания НДС основания использовалась модифицированная модель В.З.Власова и Н.Н.Леонтьева.*

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние основания фундаментной плиты с учетом нелинейного деформирования основания высотного объекта рис. 1 [1].

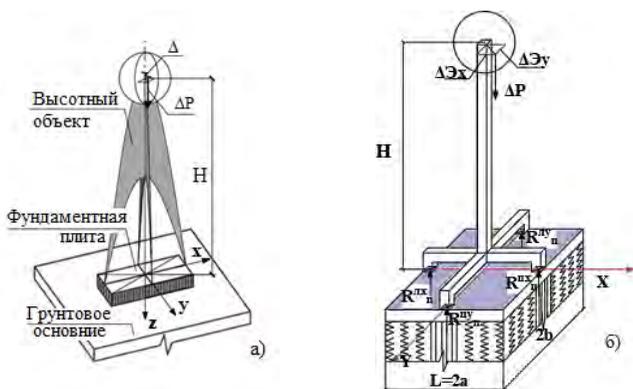


Рис. 1

В основу модели нелинейно деформируемого основания положен вариационный метод, предложенный для линейно деформируемого основания В.З.Власовым и Н.Н.Леонтьевым [2, 3].

Основание представляется нелинейно - деформируемым трехмерным слоем толщиной  $H_0$ , расположенным на жестком подстилающем основании. Этот слой можно назвать несущим слоем.

Полагаем, что при нагружении несущего слоя основания нагрузкой, приложенной на дневной поверхности  $q(x, y)$  можно пренебречь влиянием горизонтальных перемещений, принимая  $u=v=0$ .

Приращение вертикальных перемещений будет:



$$\Delta w(x, y, z) = \Delta W(x, y)\psi(z).$$

Принятые допущения позволяют представить:

$$\varepsilon_x = 0; \quad \varepsilon_y = 0; \quad \gamma_{xy} = 0; \quad \Delta\varepsilon_x = 0; \quad \Delta\varepsilon_y = 0; \quad \Delta\gamma_{xy} = 0.$$

Тогда приращения нормальных и касательных напряжений будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_z &= E_k(\lambda_1 + 2\mu_1)\Delta W(x, y)\psi'(z); \\ \Delta\tau_{zx} &= E_k\mu_1 \frac{\partial\Delta W(x, y)}{\partial x}\psi(z); \quad \Delta\tau_{zy} = E_k\mu_1 \frac{\partial\Delta W(x, y)}{\partial y}\psi(z); \end{aligned}$$

Используя вариационный принцип, получим уравнения возможных работ:

$$\int_0^{H_0} \frac{\partial\Delta\tau_{zx}}{\partial x}\psi(z)dz - \int_0^{H_0} \Delta\sigma_z\psi'(z)dz + \int_0^{H_0} \frac{\partial\Delta\tau_{zy}}{\partial y}\psi(z)dz = - \int_0^{H_0} \Delta q(x, y)\psi(z)dz.$$

Подставляя выражения для приращения напряжений в уравнение возможных работ, получим [4]:

$$D\nabla^4\Delta W + c\Delta W - a\nabla^2\Delta W - b_1 \frac{\partial\Delta W}{\partial x} - b_2 \frac{\partial\Delta W}{\partial y} = \Delta q(\Delta W, W, \Delta P, P).$$

Здесь коэффициенты определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} a &= \int_0^{H_0} \mu_1 E_k \psi^2 dF; \quad c = \int_0^{H_0} (\lambda_1 + 2\mu_1) E_k (\psi')^2 dF; \\ b_1 &= \int_0^{H_0} \psi^2 \frac{\partial}{\partial x} (\mu_1 E_k) dF; \quad b_2 = \int_0^{H_0} \psi^2 \frac{\partial}{\partial y} (\mu_1 E_k) dF. \end{aligned}$$

Рассмотрим результат расчета системы «высотный объект – фундаментная плита – нелинейно-деформируемое основание» [4]. На рис. 2 для нелинейной диаграммы деформирования основания фундаментной плиты при значениях  $\alpha=0.5$ ,  $\beta=0.05$ ,  $\gamma=0$ , показана зависимость интенсивности напряжений  $\sigma_i$  в основании под центром фундаментной плиты от равномерно распределенной нагрузки  $q$  на фундаментную плиту при отношении  $H_0/L=1$  и отношении  $D/C_0=8.16$ , где  $C_0$ -начальный коэффициент «постели» основания. На рис.3 показана эпюра вертикальных перемещений фундаментной плиты от нагрузки, приложенной под опорами высотного объекта (рис. 1).

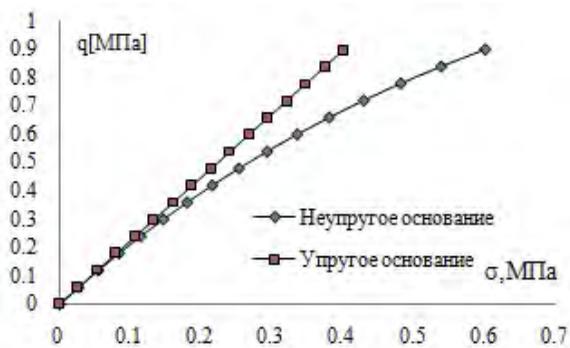


Рис. 2

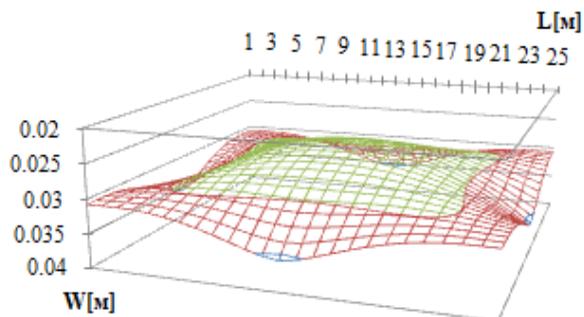


Рис. 3

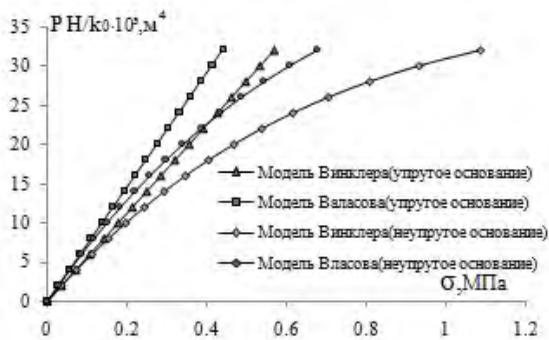


Рис.4

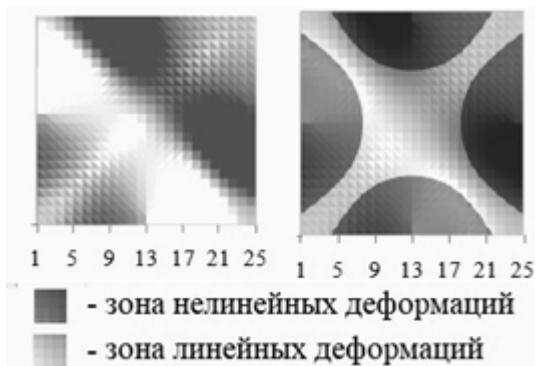


Рис.5

В основу модели нелинейно деформируемого основания положен вариационный метод. Увеличение изгибных деформаций фундаментной плиты под опорами высотного объекта (рис. 1) повышает вклад учета распределительных свойств основания.

На рис.4 показано сравнение результатов расчета с учетом касательных напряжений на основе инкрементальной модели с результатами расчета без учета касательных напряжений (слагаемые с коэффициентами  $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  в не учитываются).

На рис.5 показаны зоны развитых нелинейных деформаций грунтового основания под фундаментной плитой при двух уровнях безразмерного параметра нагрузки  $RH/C_0$ , равных 16,18.

#### **Библиографический список**

1. Энгель Х. Несущие системы /Хайно // М.: АСТ, 2007. – 344 с.
2. Петров В.В. Нелинейная инкрементальная строительная механика.-М.:Инфра-Инженерия,2014.-480с.
3. Иноземцев В.К. Математическая модель деформирования геомассивов применительно к деформационным процессам в основаниях сооружений / В.К.Иноземцев, В.И.Редков // Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2005. – 412 с.
4. Иноземцев В.К. Деформации крена высотного объекта на деформируемой плите / В.К.Иноземцев, О.В.Иноземцева, С.А.Жесткова // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, 2017. – С. 74-78.



УДК 624.151.5

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ, ВОЗВОДИМЫХ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Сирота Е.Ю., Петракова Н.А.**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
г. Макеевка, ДНР*

*Представлены исследования напряженно-деформированного состояния фундаментов зданий, выполненных в виде сплошных железобетонных плит, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях. В частности выполнен сравнительный анализ расчетов деформаций основания и усилий в плитах с учетом неравномерной сжимаемости грунтов. Исследования выполнялись для зданий с бескаркасной конструктивной схемой.*

*Ключевые слова: плитный фундамент, неоднородное основание, распределительные свойства грунтов, просадочные грунты.*

В настоящее время все чаще в качестве фундаментов зданий и сооружений используются фундаменты в виде сплошных железобетонных плит. Причин этому несколько. Первая, необходимость освоения территорий, которые подвергаются воздействию сложных горно-геологических процессов. В этом случае использование плитных фундаментов позволяет снизить неравномерность деформаций основания. Вторая, в связи с увеличением численности городского населения возникла необходимость возведения зданий большой этажности и в этом случае использование данного вида фундаментов является достаточно эффективным. В основном методики расчета плитных фундаментов [1, 3] основаны на методе конечных элементов. Одним из главных аспектов расчетов данного типа конструкций является учет совместной работы основания-фундамента-надземного строения. Важно определить, какая именно расчетная модель грунтового основания заложена в алгоритме решения геотехнических задач в различных программных комплексах. Выбор модели зависит от вида грунта. В связи с этим наиболее рациональным является использование модели переменного коэффициента жесткости профессора Клепикова.

Целью работы является проведение сравнительных расчетов деформаций основания и усилий в плитах, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях, в частности в условиях просадочных грунтов, с целью анализа влияния неравномерной



сжимаемости грунтов на перераспределение усилий в конструкциях фундамента.

Объектом исследований является здание жилого дома, расположенного в г. Донецке. Предметом исследований являются основания и фундаменты указанного здания. По данным инженерно-геологических изысканий [4] площадка отнесена к просадочным грунтам (I тип просадочности по нормам [7]).

Методы исследований – генерация конечно-элементной расчетной схемы здания, выполнение численных вариантов исследований.

В связи с тем, что в основании фундаментов залегают просадочные грунты, не обладающие распределительными свойствами [1, 2], в качестве расчетной модели основания принята модель местных деформаций, характеризующаяся в общем случае переменным коэффициентом жесткости. Коэффициенты жесткости основания определялись по осадкам основания, которые вычислялись по нормам [5, 6] методом послойного суммирования. Максимальная степень изменчивости сжимаемости основания в плане фундамента составляет  $\alpha E = 1,3$ . Из литературных источников [1, 2], известно, что при  $\alpha E = 2,0$  усилия в фундаментных конструкциях изменяются по сравнению с  $\alpha E = 1,0$  на 15 – 20%. На основании этого можно считать, что грунтовые условия в плане фундаментов являются относительно однородными.

Для расчета фундаментной плиты принят переменный коэффициент жесткости основания в соответствии с таблицей 1. (на слайд)

**Таблица 1**  
**Коэффициент жесткости основания плитного фундамента, т/м<sup>3</sup>**

| Оси | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-------|-------|
| Cz  | 289 | 277 | 265 | 252 | 240 | 228 | 216 | 216 | 216  | 216   | 216   | 217   |
| Czw | 275 | 260 | 245 | 229 | 214 | 199 | 184 | 184 | 185  | 186   | 186   | 187   |

В этой таблице Cz – коэффициент жесткости основания; Czw – коэффициентов жесткости подтопленного основания (рис. 2).

На рисунке 1 представлена расчетная схема здания. Плита фундамента и стены моделировались четырехугольными пластинами. Цокольный пояс и плиты перекрытий и покрытий моделировались стержневыми элементами.

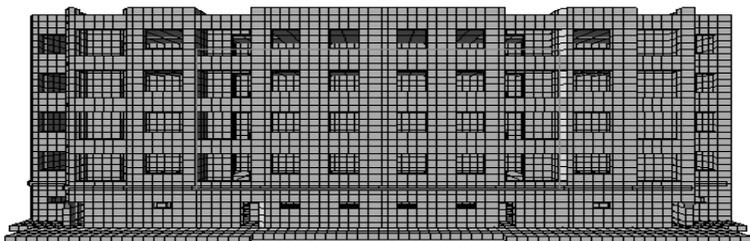


Рис.1. Расчетная конечно-элементная модель здания.

Абсолютные и относительные осадки фундаментов вычислены для четырех типов грунтовых условий и двух типов фундаментов. Результаты вычислений приведены в таблице 2. В указанной таблице тип грунтовых условий обозначает:

I – однородный грунт природной влажности по скв. №9 [6];

II – однородный грунт в замоченном состоянии по скв. №9 [6];

III – неоднородный грунт природной влажности по скв. №№ 14, 15, 9, 1, 6 [6];

IV – неоднородный грунт в замоченном состоянии по скв. №№ 14, 15, 9, 1, 6 (рис. 2).

Таблица 2.

**Сопоставительный анализ осадок фундаментов**

| Грунтовые условия | Толщина плиты, см | Параметры             |                       |                |                |                      |
|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------------|
|                   |                   | S <sub>max</sub> , мм | S <sub>min</sub> , мм | i <sub>L</sub> | i <sub>B</sub> | R <sub>z</sub> , кПа |
| I                 | 40                | 43,2                  | 37,0                  | 0,0012         | 0,0014         | 93                   |
| II                | 40                | 50,5                  | 43,9                  | 0,0012         | 0,0014         | 93                   |
| III               | 40                | 45,0                  | 30,1                  | 0,0014         | 0,0014         | 97                   |
| III               | 50                | 44,8                  | 30,5                  | 0,0010         | 0,0009         | 97                   |
| IV                | 40                | 53,7                  | 31,7                  | 0,0016         | 0,0014         | 98                   |

На основании данных таблицы 2 можно сделать следующие выводы.

Увеличение толщины плиты с 40 см до 50 см не влияет на величины абсолютных осадок и давлений под подошвой фундамента. При этом примерно на 30% уменьшаются относительные осадки фундамента. Однако, как в первом, так и во втором случае



относительные осадки не превышают допустимую величину 0,002 по нормам [5, 6].

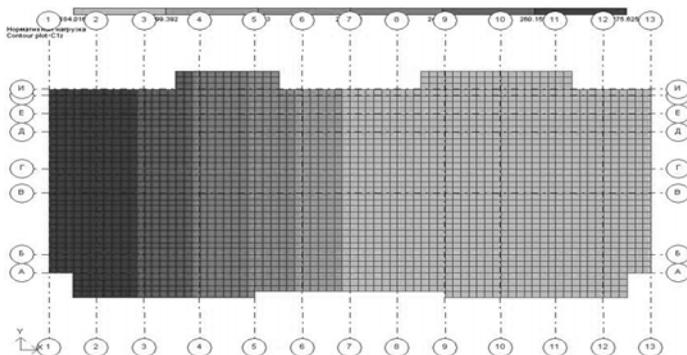


Рис. 2. Эпюра коэффициентов жесткости подтопленного основания  $C_{жв}$ .

Наиболее неблагоприятными грунтовыми условиями по деформационным критериям для плиты толщиной 40 см являются грунтовые условия типа IY. При этом максимальные осадки плиты остаются меньше допускаемой нормами [5, 6] величины 120 мм, а относительные осадки меньше 0,002 (Таблица И.1, п.3, вторая строка). Таким образом, по деформационным критериям плита толщиной 40 см в наиболее неблагоприятных грунтовых условиях строительной площадки удовлетворяет требованиям норм [5, 6].

Результаты расчетов осадок фундаментной плиты представлены на рис. 3-6.

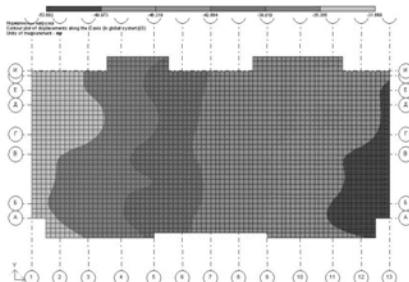


Рис. 3. Эпюры осадок фундаментной плиты, тип IY.

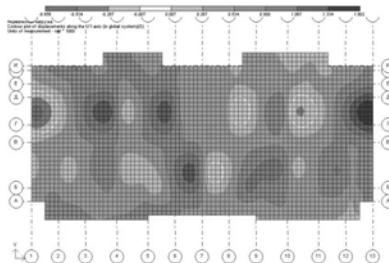


Рис. 4. Эпюры относительных осадок вдоль буквенной оси, тип IY

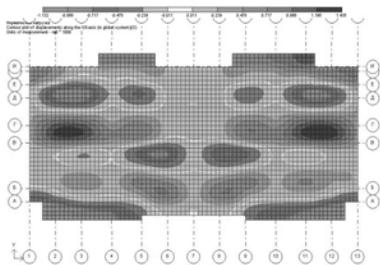


Рис. 5. Эпюры относительных осадок вдоль цифровой оси, тип IV.

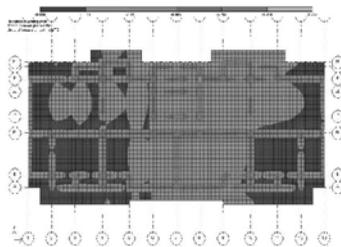


Рис. 6. Эпюры давлений на основание, грунтовые условия тип IV

Анализ усилий в фундаментной плите выполнен для четырех типов грунтовых условий и для двух типов фундаментов. Обозначения грунтовых условий даны в таблице 2. Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3.

**Сопоставительный анализ усилий в фундаментной плите**

| Грунтовые условия | Толщина плиты, см | Изгибающие моменты, кН/м |             |              |             |
|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|
|                   |                   | $M_L$ , верх             | $M_L$ , низ | $M_B$ , верх | $M_B$ , низ |
| I                 | 40                | 84                       | 102         | 146          | 129         |
| II                | 40                | 85                       | 102         | 147          | 130         |
| III               | 40                | 86                       | 95          | 1,8          | 131         |
| III               | 50                | 99                       | 100         | 161          | 132         |
| IV                | 40                | 87                       | 99          | 149          | 133         |
| IV                | 40                | 75                       | 86          | 129          | 113         |

Проведенными исследованиями установлено, что грунтовые условия

практически не влияют на величины расчетных усилий в сечениях фундаментной плиты. Увеличение толщины плиты до 50 см приводит к увеличению расчетных усилий в среднем на 15%.

Выводы.

Сопоставительный анализ результатов расчетов осадок плитного фундамента показал, что разница между значениями абсолютных осадок плиты при однородном грунтовом основании в природном состоянии и при его замачивании составляет 15%. При этом разность абсолютных осадок однородного и неоднородного грунтов в природном состоянии составила порядка 5-10% (в среднем). Разность абсолютных осадок оснований, сложенных однородным грунтом в природном состоянии и неоднородным грунтов в



замоченном состоянии составила 19%, а разность абсолютных осадок грунтов (однородного и неоднородного) в замоченном состоянии – 6%. При этом снижение значения разности относительных осадок плитного фундамента достигается только путем увеличения толщины фундаментной плиты. При этом величины абсолютных осадок толщина плитного фундамента не оказывает существенного влияния.

Сопоставительный анализ усилий в фундаментной плите показал, что грунтовые условия практически не влияют на величины расчетных усилий в сечениях фундаментной плиты. Увеличение толщины плиты до 50 см приводит к увеличению расчетных усилий в среднем на 15%.

Толщину фундаментной плиты на неоднородном деформируемом основании рекомендуется назначать из условия ограничения неравномерных осадок конструкции в плане. При этом следует использовать максимально допустимую по нормам величину неравномерных осадок, т.к. излишнее ужесточение этого критерия приводит к необоснованному перерасходу материалов.

#### **Библиографический список**

1. *Механiка ґрунтiв. Основи та фундаменти: Пiдручник / В. Б. Швець, I. П. Бойко, Ю. Л. Винников, М. Л. Зоценко, О. О. Петраков, В. Г. Шаповал, С. В. Бiда. – Днiпропетровськ: "Пороги", 2012. – 196 с.*
2. *Клетиков С. Н. Расчет сооружений на деформируемом основании. – К.: НИИСК, 1996. – 202 с.*
3. *Шейнин В. И., Сарана Е. П., Артемов С. А., Фаворов А. В. Алгоритм и программа инженерного расчета осадок фундаментных плит с учетом неравномерности на основание и неоднородности массива. / В. И. Шейнин, Сарана Е. П., С. А. Артемов, А. В. Фаворов // Основания, фундаменты и механика грунтов. Научно-технический журнал. - Киев, 2006. – С. 2-7.*
4. *Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям по объекту "Группа жилых домов на земельном участке, расположенном в микрорайоне "Широкий" Кировского района г. Донецка. – ООО НПЦ "Экогеопроект". – 2012.*
5. *ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. - К.:Мінрегіонбуд України, 2009 – 104 с.*
6. *СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*/ Минрегион России. – Москва.- 2011. – 161 с.*
7. *ДБН В.1.1-5-2000. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Ч.II. Здания и сооружения на просадочных грунтах. Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины. – К., 2000. – 87 с.*



УДК 624.13: 624.15

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ПОЛНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОСАДОЧНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ**

**Прокопов А.Ю., Михайлов А.А., Евлахова Е.Ю.**  
*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*Разработана методика и выполнен расчет необходимого количества воды для полной реализации просадочных свойств грунтов при условии замачивания сверху из больших площадей на примере АО «Таганрогский научно-исследовательский институт связи» в г. Таганроге Ростовской области. Сделаны выводы о возможности потери полученного количества воды.*

Одной из актуальных проблем геотехники XXI века является проектирование и возведение оснований и фундаментов зданий и сооружений на лессовых просадочных грунтах.

Важнейшим отрицательным фактором, связанным с хозяйственной деятельностью человека и существенно влияющих на свойства лессовых просадочных грунтов, является их замачивание, вследствие которого происходит проявление просадочности I или II типа [1 – 3].

Основными причинами в геотехнике, способствующими замачиванию грунтов на стадиях строительства и эксплуатации зданий и сооружений [1 – 3], являются:

- искусственные барьеры на пути движения грунтовых вод;
- вскрытие водоносных горизонтов;
- аварии и протечки из водонесущих коммуникаций;
- ошибки при водопонижении на строительных площадках;
- подтопление застроенных территорий.

В практике строительства часто приходится сталкиваться с вопросами заказчиков про конкретные объемы воды для проявления полной реализации просадочных свойств грунтов. В связи с этим ниже представлен расчет необходимого количества воды для полной реализации просадочных свойств грунтов на конкретном примере.

Объектом рассмотрения выступает корпус № 4 Таганрогского научно-исследовательского института связи, который состоит из одноэтажной старой производственной части в осях А-К/3-19 и новой производственной части в осях А-К/20-26, а также трехэтажной административно-бытовой части в осях А-К/1-3 [4].

По конструктивной схеме производственная часть корпуса № 4 представляет собой железобетонный каркас. Фундаменты под колонны



выполнены из монолитного железобетона - столбчатыми стаканного типа с одно- и двухступенчатой нижней плитой [4].

Административно-бытовая часть корпуса №4 по конструктивной схеме представляет собой смешанный каркас. Фундаменты под колонны выполнены из монолитного железобетона столбчатыми стаканного типа с одноступенчатой нижней плитой, а под несущие наружные кирпичные стены из бетонных блоков и железобетонных фундаментных плит [4].

По результатам инженерно-геологических изысканий [5] установлено, что территориально площадка существующего корпуса №4 ФГУП «ТНИИС» расположена в г. Таганроге Ростовской области на ул. Седова, 3-1.

В соответствии со строительной картой климатического районирования для строительства территория площадки относится к району ШВ; по влажности к сухой зоне (СП 131.13330.2012, приложение «А», рис.1-2) [6].

В контуре здания вскрыты четвертичные отложения, относящиеся в соответствии с ГОСТ 25100-2011 к классам техногенных и природных связных дисперсных глинистых грунтов [7].

Скважинами № 1-17, пробуренными до глубины 21,0 м, подземная вода не вскрыта. По прогнозу подъем уровня грунтовых вод не ожидается. Замачивание грунтов возможно лишь с поверхности за счет атмосферных осадков, либо из-за утечек из водонесущих коммуникаций.

В геолого-литологическом разрезе площадки по данным бурения скважин на площадке выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

ИГЭ-1 (в границах слоя 2) – суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, твердый, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с мелкими включениями стяжений карбонатов ( $dQ_{III}$ ).

ИГЭ-2 (в границах слоя 3) – погребенная почва: суглинок тяжелый пылеватый, темно-бурый, твердый, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с включениями гипса ( $eQ_{III}$ ).

ИГЭ-3 (в границах слоя 4) – суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, от твердого до полутвердого, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с включениями гипса ( $dQ_{III}$ ).

ИГЭ-4 (в границах слоя 5) – погребенная почва: суглинок тяжелый пылеватый, темно-бурый, полутвердый, непросадочный, ненабухающий, незасоленный, с редкими включениями карбонатов ( $eQ_{III-II}$ ).

ИГЭ-5 (в границах слоя 6) – суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, полутвердый, непросадочный, ненабухающий, незасоленный ( $dQ_{III-II}$ ).

ИГЭ-6 (в границах слоя 7) – глина легкая пылеватая, от желто-бурой до темно-бурой, твердая, непросадочная, ненабухающая, незасоленная, с редкими включениями карбонатов ( $dQ_{II}$ ).

Насыпной суглинок ( $tQ_{IV}$ ) прорезан фундаментом здания. Детально не изучался и в ИГЭ не выделен [4].

В основании фундаментов здания залегает суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, твердый, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с мелкими включениями стяжений карбонатов (ИГЭ-1) [5].

К специфическим грунтам отнесены: техногенный грунт (слой 1) и суглинок ИГЭ-1 –ИГЭ-3.

Техногенные отложения ( $tQ_{IV}$ ) вскрыты от 0,0 до 1,0-1,2 м (абс. отм. 44,98 – 43,65 м). Они представлены с поверхности: асфальт, ниже насыпной разнородный темно-бурый суглинистый грунт, перемешанный со строительным мусором и щебнем. Вскрыты скважинами и шурфами. Шурфами вскрыт насыпной суглинистый грунт до глубин 1,80 - 2,80 м (от поверхности земли и от уровня первого этажа здания).

ИГЭ-1 залегает от 1,0-1,2 до 7,1-7,8 м – это суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, твердый, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с мелкими включениями стяжений карбонатов.

ИГЭ-2 залегает от 7,1-7,8 до 8,3-9,2 м – это погребенная почва: суглинок тяжелый пылеватый, темно-бурый, твердый, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с включениями гипса.

ИГЭ-3 залегает от 8,3-9,2 до 15,2-16,2 м – это суглинок тяжелый пылеватый, желто-бурый, от твердого до полутвердого, просадочный, ненабухающий, незасоленный, с включениями гипса.

На площадке изысканий распространение просадочных блюдеч, суффозионно-просадочных воронок не выявлено [5].

В таблице 1 приведена просадка от собственного веса грунтов при условии замачивания всей просадочной толщи из больших площадей или от подъема грунтовых вод в точках бурения технических скважин [5].

На основании СП 22.13330.2016, п. 6.1.9 в связи с тем, что просадка грунтов от собственного веса равна 11,3 – 14,7 см (более 5 см), площадка отнесена ко II типу грунтовых условий по просадочности [8].

В соответствии с СП 14.13330.2014 и ОСР-97, приложением «Б» по карте «А» (10 %) для массового строительства степень сейсмиче-



ской опасности территории г. Таганрога и изученной площадки составляет 6 баллов; (в баллах MSK-64) [9].

Таблица 1

## Просадка от собственного веса грунтов

| №№ скважин | Глубина скважин, м | Установившийся уровень подземной воды, м (абс. отм.) | Глубина кровли и подошвы просадочных грунтов, м (абс. отм.) | Просадка от собственного веса грунтов, см |
|------------|--------------------|--|---|---|
| 3          | 21,0               | -  | 1,1-16,2(37,88-28,78)                                       | 14,4                                      |
| 5          | 21,0               | -  | 1,2-15,3(43,80-29,70)                                       | 11,3                                      |
| 8          | 21,0               | -  | 1,2-16,2(43,76-28,76)                                       | 13,3                                      |
| 10         | 21,0               | -  | 1,2-15,4(43,65-29,45)                                       | 14,2                                      |
| 12         | 21,0               | -  | 1,2-15,3(43,93-29,83)                                       | 14,7                                      |
| 15         | 21,0               | -  | 1,1-15,5(44,25-29,85)                                       | 12,9                                      |

Расчёт величины просадки от собственного веса представлен в таблице 2.

Таблица 2

## Расчёт величины просадки от собственного веса

| Глубина, м  | ИГ Э | h <sub>i</sub> , м | Влажн., % | Плотность, г/см <sup>3</sup> |      |                   | Коэф. ф. водонасыщ. д.е. | Давление от соств. веса, МПа | Относ. просад., д.е. | Величина просадки, м |
|---|------|--------------------|-----------|------------------------------|------|-------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|
|   |      |                    |           | грунта                       | сухо | водонасыщ. грунта |                          |                              |                      |                      |
| 2,0   | 1    | 2,5                | 20,1      | 1,69                         | 1,41 | 1,88              | 0,59                     | 0,038                        | 0,003                | 0,000                |
| 3,0   | 1    | 1,0                | 20,3      | 1,71                         | 1,42 | 1,90              | 0,61                     | 0,057                        | 0,006                | 0,000                |
| 4,0   | 1    | 1,0                | 20,1      | 1,74                         | 1,45 | 1,91              | 0,63                     | 0,076                        | 0,009                | 0,000                |
| 5,0   | 1    | 1,0                | 20,7      | 1,75                         | 1,45 | 1,91              | 0,65                     | 0,095                        | 0,004                | 0,000                |
| 6,0   | 1    | 1,0                | 21,0      | 1,76                         | 1,45 | 1,92              | 0,66                     | 0,114                        | 0,010                | 0,010                |
| 7,0   | 1    | 0,8                | 21,1      | 1,78                         | 1,47 | 1,93              | 0,68                     | 0,129                        | 0,011                | 0,000                |
| 8,0   | 2    | 1,3                | 21,3      | 1,76                         | 1,45 | 1,91              | 0,67                     | 0,154                        | 0,011                | 0,014                |
| 9,0   | 3    | 0,9                | 20,9      | 1,75                         | 1,45 | 1,91              | 0,65                     | 0,171                        | 0,013                | 0,012                |
| 10,0  | 3    | 1,0                | 21,7      | 1,79                         | 1,47 | 1,93              | 0,70                     | 0,191                        | 0,013                | 0,013                |
| 11,0  | 3    | 1,0                | 21,1      | 1,76                         | 1,45 | 1,92              | 0,66                     | 0,210                        | 0,011                | 0,011                |
| 12,0  | 3    | 1,0                | 20,8      | 1,76                         | 1,46 | 1,91              | 0,67                     | 0,229                        | 0,013                | 0,013                |
| 13,0  | 3    | 1,0                | 20,6      | 1,79                         | 1,48 | 1,94              | 0,68                     | 0,248                        | 0,016                | 0,016                |
| 14,0  | 3    | 1,0                | 22,0      | 1,77                         | 1,45 | 1,91              | 0,69                     | 0,268                        | 0,012                | 0,012                |
| 15,0  | 3    | 0,8                | 21,1      | 1,81                         | 1,49 | 1,95              | 0,70                     | 0,283                        | 0,013                | 0,010                |
| Просадочная толща, м=15,3                                   |      |                    |           |                              |      |                   |                          |                              |                      |                      |
| Коэффициент $K_{c1} = 1,02$                                 |      |                    |           |                              |      |                   |                          |                              |                      |                      |
| Суммарная величина просадки грунтов от собственного веса, м |      |                    |           |                              |      |                   |                          |                              |                      | 0,113                |

Рассчитаем необходимое количество воды для полной реализации просадочных свойств грунтов, при условии замачивания сверху из больших площадей.

Исходные данные:

ИГЭ-1 – суглинок просадочный с коэф. фильтрации 0,280 м/сут;

ИГЭ-2 – суглинок просадочный коэф. фильтрации 0,240 м/сут;

ИГЭ-3 – суглинок просадочный с коэф. фильтрации 0,252 м/сут;

Влажность средняя = 20,9%;

Плотность грунта средняя = 1,76 г/см<sup>3</sup>;

Средний коэффициент водонасыщения = 0,66;

Коэффициент пористости = 0,85;

Плотность сухого грунта средняя = 1,45 г/см<sup>3</sup>;

Просадочная толща = 15,3 м;

Ширина замачиваемой площади  $V_w = 16,0$  м.

Расчет:

Расстояние  $l_1$ , на которое растекается вода на границе подстилающего непросадочного грунта, зависит от водопроницаемости последнего [10]. Имеются рекомендации по вычислению  $l_1$  в общем случае:

$$l_1 = m_\beta \cdot H_{sl}' \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

где  $H_{sl}'$  – величина просадочной толщи, м, от дна источника замачивания до нижней ее границы;  $m_\beta$  – коэффициент, учитывающий увеличение (или уменьшение) угла распространения воды в стороны от границы источника замачивания, вследствие слоистости грунтов основания и принимаемый равным:

– при многослойных (более трех слоев)  $m_\beta = 2$ .

$\beta$  – угол распространения воды в стороны от источника замачивания, принимаемый равным для:

лессовидных суглинков 50°;

$\beta$  – в нашем случае получился 59° с учетом применения  $m_\beta = 2$ .

$$l_1 = m_\beta \cdot H_{sl}' \cdot \operatorname{tg} \beta = 2 \cdot 15,3 \cdot 1,19 = 36,414 \text{ м.}$$

Общий объем замачиваемого грунта  $V = 48795 \text{ м}^3$ .

Коэффициент водонасыщения  $S_r$ , д.е.; определяется по формуле:

$$S_r = \frac{w \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w},$$

где  $w$  – природная влажность грунта = 0,209 д.е.;



$e$  - коэффициент пористости, д.е.;  
 $\rho_s$  - плотность частиц грунта =  $2,69 \text{ г/см}^3$ ;  
 $\rho_w$  - плотность воды, принимаемая равной  $1 \text{ г/см}^3$ ;  
коэффициент водонасыщения  $S_r = 0,66$ .

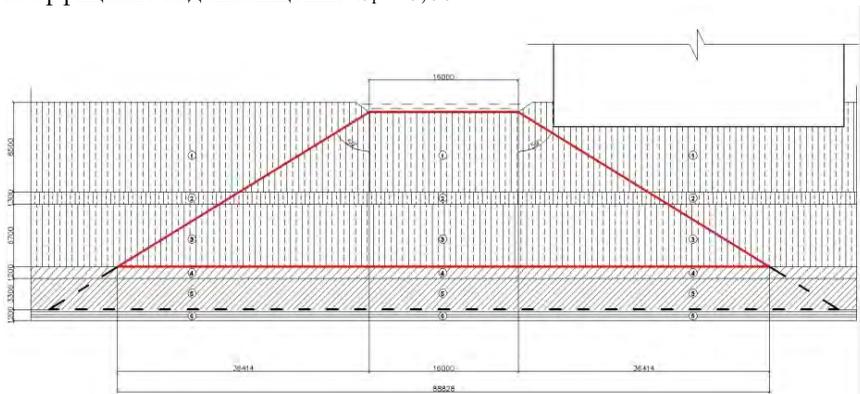


Рис. 1 Схема к расчету замачивания от больших площадей

$$m_{\text{грунт}} = \rho_{\text{грунт}} \cdot V_{\text{грунт}}$$

$$m_{\text{грунт}} = 1450 \text{ кг/м}^3 \cdot 48795 \text{ м}^3 = 70752750 \text{ кг} = 70752,8 \text{ т}$$

Формула определения влажности:

$w = \frac{m_{\text{влаги}}}{m_{\text{грунт}}}$ , из этой формулы определим массу воды в грунте

массой 70752,8 т.

$$m_{\text{влаги}} = w \cdot m_{\text{грунт}} = 0,209 \cdot 70752,8 \text{ т} = 14787,3 \text{ т}$$

Вычислим необходимое количество дополнительной воды для доведения коэффициент водонасыщения  $S_r$  до 0,85 (полное водонасыщение).

$$w = \frac{0,85 \cdot 0,66 - 1}{2,69} = 0,27 \text{ е.д.}$$

$$m_{\text{влаги при } S_r=0,85} = w \cdot m_{\text{грунт}} = 0,27 \cdot 70752,8 \text{ т.} = 19103,3 \text{ т}$$

Разница количества воды при  $S_r = 0,66$  и  $S_r = 0,85$ :

$$19103,3 - 14787,3 = 4316 \text{ м}^3$$

Также стоит учитывать, что под просадочной толщей находится не водоупорный слой. Общий объем замачиваемого грунта до водоупорного слоя, а именно - глина легкая пылеватая, от желто-бурой до темно-бурой, твердая, непросадочная, ненабухающая, незасоленная, с редкими включениями карбонатов ( $dQ_{II}$ ), будет составлять  $108930,9 \text{ м}^3$ .

Вычислим необходимое количество дополнительной воды для доведения коэффициент водонасыщения  $S_r$  до  $0,85$  (полное водонасыщение) при учете замачивания слоев ниже просадочных до водоупорного слоя.

$$w = \frac{0,85 - 0,66 \cdot 1}{1,69} = 0,27 \text{ е.д.}$$

$$m_{\text{влаги}} = w \cdot m_{\text{грунт}} = 0,209 \cdot 108930,9 \text{ т} = 22767 \text{ т}$$

$$m_{\text{влаги при } S_r=0,85} = w \cdot m_{\text{грунт}} = 0,27 \cdot 108930,9 \text{ т} = 31590 \text{ т}$$

Разница количества воды при  $S_r = 0,66$  и  $S_r = 0,85$ :

$31590 - 22767 = 8823 \text{ м}^3$  – в этом случае будут полностью реализованы просадки от собственного веса грунтов на рассматриваемой инженерно-геологической площадке, которые приводят геологи в отчетах по их методике.

Бесконтрольная потеря столь большого количества воды не реальна. Для более доступного понимания данное количество воды можно сравнить со 147 железнодорожными цистернами.

Значительное замачивание грунтов из атмосферных осадков маловероятно в связи с наличием вертикальной планировки и благоустройства территории.

Подъем уровня грунтовых вод по результатам инженерно-геологических изысканий не прогнозируется.

Следовательно, единственным реальным источником замачивания на рассматриваемой площадке являются утечки из водонесущих коммуникаций.

По итогу проделанного расчета и проведенного анализа конструктивной схемы здания и инженерно-геологических изысканий сделан вывод, что для надежной эксплуатации здания в данных грунтовых условиях является недопущение замачивания грунтов от утечек из водонесущих коммуникаций.



### **Библиографический список**

1. Черкасов С.М. Анализ деформаций лессовых грунтовых при замачивании из котлованов// *Научное обозрение*. 2014. №11. Ч.2. С. 432 – 434.
2. Черкасов С.М. Расчет величины деформаций лессовых просадочных грунтов от собственного веса и сравнение с результатами опытных работ// *Научное обозрение*. 2014. №11. Ч.3. С. 746 – 749.
3. Прокопов А.Ю., Прокопова М.В., Жур В.Н. Исследование свойств лессовых просадочных грунтов Восточного Донбасса// *Транспорт: наука, образование, производство: сб. науч. тр. Том 2. Технические науки.* – Ростов н/Д: РГУПС, 2017. – С. 354 – 358.
4. Обследование технического состояния несущих строительных конструкций корпуса № 4 ФГУП «Таганрогский научно-исследовательский институт связи», шифр 3211-ОБ. – ООО «ЮгСтройПроект», 2011.
5. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях. Объект: реконструкция существующего здания Корпуса № 4 АО «ТНИИС», расположенного по адресу: г.Таганрог, ул.Седова, 3-1. Шифр № 14-ЕП-163/18-05-ИГ. – НПП «Алектисч» - ООО, 2018.
6. СП 131.13330.2012 *Строительная климатология*. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*
7. ГОСТ 25100-2011. *Грунты. Классификация*.
8. СП 22.13330.2011 *Основания зданий и сооружений*. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*
9. СП 14.13330.2014 *Строительство в сейсмических районах* СНиП II-7-81\*
10. СП 21.13330.2012. *Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах*



УДК 624.151.5:69:059:55

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ПЕСКА ПРИ РАБОТЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗДАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ**

**Брыжатая Е.О., Масло Н.С., Брыжатый О.Э.**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
Г. Донецк, ДНР*

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований устройства для корректировки вертикального положения здания, получившего сверхнормативный крен. Исследовано влияние предварительного преднапряжения, влажности и времени нагружения на деформируемость рабочего тела в устройстве. Установлена величина влияния уровня нагружения, влажности песка на скорость осадки устройства. Также установлена зависимость величины осадки устройства от времени его работы.*

*Ключевые слова: крен, плитный фундамент, выравнивание, песок, сверхнормативные осадки фундамента, песочница, исправление крена.*

В настоящее время одним из сложнейших вопросов является возведение фундаментов зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. Как показывает опыт, основной проблемой эксплуатации зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях является возможность возникновения дополнительных усилий и деформаций в их конструктивных элементах в результате неравномерных деформаций грунтового основания. Сложные инженерно-геологические условия, являются при этом основной причиной нестабильности оснований как строящихся, так и существующих объектов, что увеличивает риск потери их несущей способности. В связи с этим особое значение приобретает проблема контроля технического состояния несущих конструкций сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. Методы расчета зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях рассмотрены в работах [1-6].

**Целью работы** является установление влияния уровня нагружения, влажности и состава песка на работоспособность разработанной конструкций с изменяемыми параметрами (устройства) для исправления кренов зданий и сооружений, основанных на принципе регулирования геометрического положения конструкций зданий и сооружений.

Объектом исследований является разработанная конструкция с изменяемыми параметрами для исправления кренов зданий и сооружений. Предметом исследований являются конструктивные меры защиты зданий и сооружений, основанные на принципе сохранения проектного положения конструкций здания.

Разработанное устройство представляет собой две металлические трубы: внешнюю и внутреннюю, которые имеют пересекающиеся под прямым углом прорези. Во внутреннюю трубу засыпается песок. Устройство устанавливается под каждую колонну проектируемого здания. Наружная труба устройства имеет ручки для вращательного смещения трубы. Для осуществления вертикального перемещения верхней части фундамента открывается отверстие в устройстве за счет вращения наружной трубы, опускание верхней части фундамента происходит за счет истечения песка из устройства.

С целью установления влияния уровня нагружения, влажности песка и его состава на работоспособность предлагаемого устройства были проведены экспериментальные исследования: влияние предварительного нагружения, влажности песка, времени нагружения и состояния песка на его деформативность при нагрузке 3, 7, 15, 40 тонн, при



влажности 0, 3, 5, 10, 15% и требуемой величине осадки 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 см. Данная группа опытов проводилась при закрытом отверстии у устройства (песок находился в устройстве без возможности его извлечения). На рис. 1 показана конструкция внешней и внутренней оболочки испытываемого устройства.

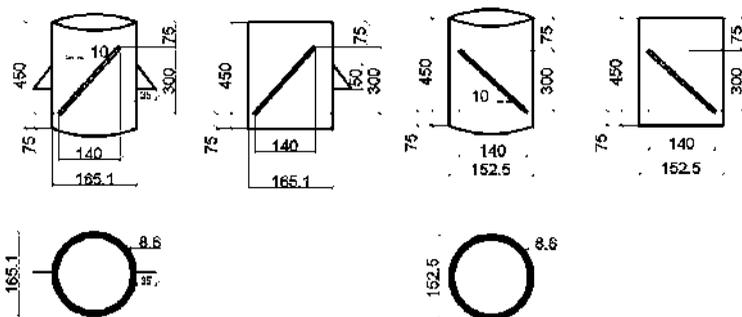


Рис. 1. Конструкция внешней и внутренней оболочек устройства для регулирования вертикального положения здания в пространстве

На рис. 2 приведены графики, которые показывают влияние предварительного нагружения на деформируемость песка в зависимости от влажности. На рис. 3 показаны графики влияния уровня влажности песка на его деформативность.

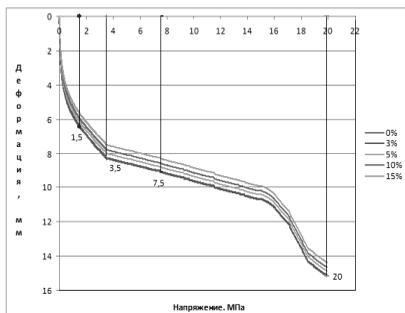


Рис. 2. Влияние предварительного нагружения на деформируемость песка при различной влажности

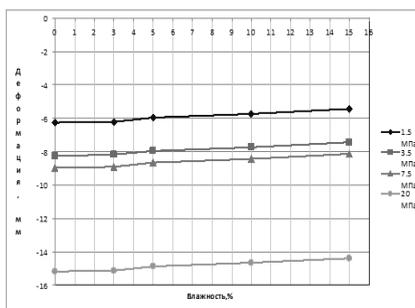


Рис. 3. Влияние влажности песка на деформируемость песка при различном напряжении

Нагружение образца производилось при одинаковой скорости нагружения. На рис. 4 показана зависимость между временем нагру-

жения и деформациями сухого песка. По результатам испытаний можно выделить четыре характерных области НДС песка в зависимости от уровня напряжения и времени нагружения.

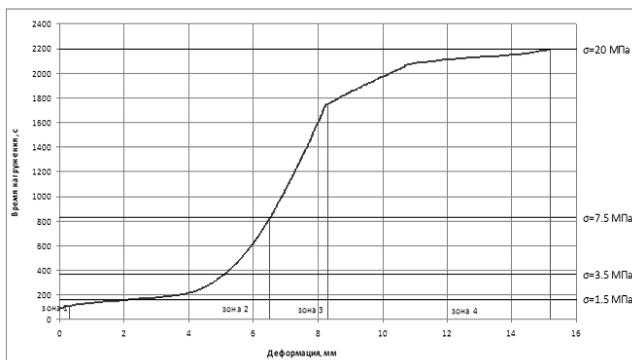


Рис. 4. Напряженно-деформированное состояние сухого грунта при статическом нагружении

Зона 1: Уровень напряжений в песке является недостаточным для преодоления кинетического трения между отдельными частицами. (следовательно происходит упругое сжатие отдельных частиц).

Зона 2: При напряжении в диапазоне от 0.1 МПа до 7.5 МПа преодолевается кинетическое трение между отдельными частицами песка и он начинает деформироваться за счет скольжения и скатывания отдельных частиц в полости. (неупругое НДС, которое характеризуется остаточной деформацией песка).

Зона 3: При напряжении от 7.5 МПа до 14.7 МПа происходит перегруппировка частиц в пустотах. Это приводит к более плотной компоновке. В следствии чего увеличиваются контактные точки между частицами песка (наблюдается упрочнение, т.к. скатывание отдельных частиц становится более сложным).

Зона 4: На высоких уровнях напряжения (более 14.7) частицы песка начинают дробиться, в следствии этого происходит дальнейшая деформация песка за счет оседания, тем самым уменьшается сопротивление сжатию. Это приводит к еще более плотному расположению частиц песка.

На рис. 5 показан график зависимости влияния величины нагружения на осадку устройства при пересечении наклонных отверстий у устройства на время открытия отверстия 150 секунд.

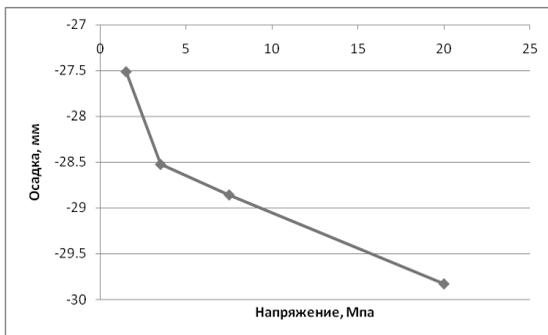


Рис. 5. Влияние величины нагружения на осадку устройства.

На рис. 6 показаны графики влияния уровня влажности песка на осадку устройства для регулирования вертикального положения здания в пространстве.

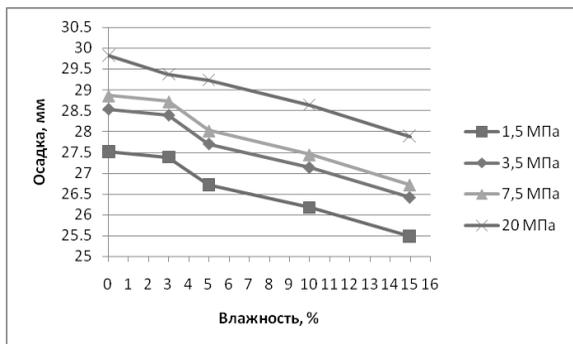
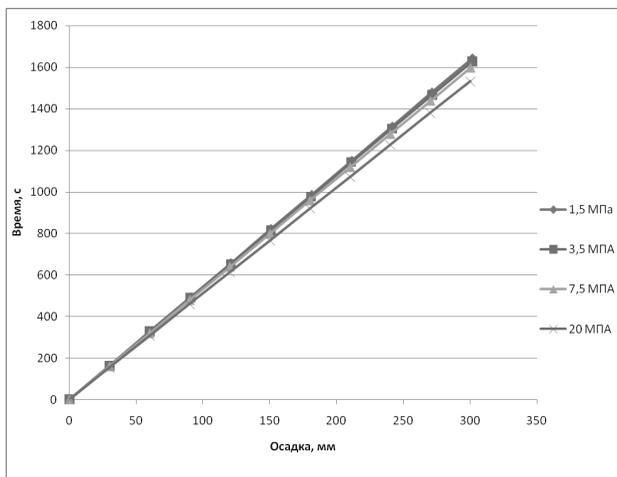


Рис. 6. Влияние уровня влажности песка на осадку устройства для регулирования вертикального положения здания в пространстве. Время работы устройства 150 с.

Зависимость времени осадки устройства исследовано при различной высоте открытия отверстия. Было проведено ряд опытов с открытием (пересечением) прорезей внутренней и наружной трубы на отметках 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 и 30 см (рис. 7).



**Рис. 7.** *Время истечения песка для достижения заданной осадки, создаваемой путем пересечения прорезей на определенной величине от 3 см до 30 см*

Следует обратить внимание на кинематику работы устройства. Первоначально отверстие открывается в его верхней части на высоте 3 см. После истечения песка из верхнего слоя устройства высотой 3 см отверстие смещается на отметки 6 см, что обеспечивает истечение песка из устройства до этой отметки. Последовательно смещая отверстия на 3 см достигают общую осадку устройства 30 см. Таким образом, в проведенных опытах высота расположения отверстия является переменной величиной. Такая кинематика работы устройства позволяет ограничивать его максимальную осадку заданием высоты расположения отверстия для истечения песка. Последнее является важным технологическим достоинством устройства.

#### **Выводы:**

1. Экспериментальными исследованиями подтверждена работоспособность устройства для корректировки пространственного положения здания. Установлено, что влияние таких факторов как зерновой состав песка и его влажность до 15% практически не влияют на его уплотнение под нагрузкой. Это влияние оценивается величиной не более 10%.

Установлено, что время работы устройства для достижения заданной осадки за счет истечения песка из устройства практически не зависит от уровня нагружения в песке, его влажности и расположения отверстий для истечения песка по высоте устройства. Средняя ско-



рость осадки устройства по данным экспериментов составляет 0.2 мм/с.

2. Результаты эксперимента показывают незначительное влияние напряжения в песке на величину осадки устройства за счет истечения песка из отверстия (менее 10%). Это связано с тем, что объем истечения песка зависит от боковых давлений и размеров отверстия для истечения рабочего тела (песка). При достаточно малых отверстиях увеличение боковых давлений не приводит к существенной скорости истечения. Поперечное сечение отверстия является в данном случае фильтром, отсекающим влияние на истечение избыточных боковых давлений. Существует, очевидно, начальное критическое давление, ниже которого процесс истечения не происходит. В проведенных опытах это боковое давление, соответствующее вертикальным напряжениям 1.5 МПа.

3. Установлено, что высота пересечения прорезей в трубах не влияет на скорость истечения песка из устройства, так как песок при работе устройства имеет одинаковые боковые давления в зоне его истечения из отверстия.

Важной конструктивной особенностью устройства является передача нагрузки на песок через конический штамп. Именно коническая форма штампа позволяет создавать боковые давления, достаточные для истечения песка из отверстия.

#### **Библиографический список**

1. Абелев М.Ю. Анализ аварий сооружений из-за потери устойчивости и деформации фундаментов / М.Ю. Абелев // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1992. – №1. – С. 24-27.

2. Клепиков С. Н. Расчет сооружений на деформируемом основании. – К.: НИИСК, 1996. – 202 с.

3. Клепиков С.Н. Расчет конструкций на неупругом основании при сложном нагружении / С.Н. Клепиков // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1983. – №5. – С. 15-17.

4. Гендель Э.М. О предотвращении и устранении осадок зданий и сооружений, возведенных на грунтах второго типа по просадочности / Э.М. Гендель // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1986. – №6. – С. 8-9.

5. Метелюк Н.С. Фундаменты каркасных зданий на деформируемых основаниях / Н.С. Метелюк, А.Б. Коновалова. Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1990. – №1. – С. 26.

6. Петраков А.А. The influence of ground design models on strain-stress distribution of bearing structures on frame constructions with slab foundation / А.А. Петраков, В.В. Яркин, Е.О. Брызгатая // Современное Промышленное и Гражданское строительство. – Макеевка: ДонНАСА, 2014. – Том 10, № 4. – С. 237-243.



УДК 691.57

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА**

**Анюхина И.О.**

*Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия*

*Статья посвящена проблеме улучшения эстетики городов, повышения их степени освещенности, безопасности и чистоты за счет использования лакокрасочного материал, обладающего улучшенными физическими и светотехническими свойствами. В статье приведены основные свойства и функции главных компонентов состава.*

В настоящее время мы все чаще сталкиваемся с такими явлениями как граффити, следы от старых объявлений, надписи маркерами на фасадах зданий, останочных павильонах и ограждениях, что делает архитектуру городов менее привлекательной. На очистку, проводящуюся с использованием дорогостоящих химических средств, или повторную окраску различных конструкций, зданий и сооружений в среднем ежегодно выделяются миллионы рублей [1]. Кроме того, большинство малых, средних и крупных городов требуют улучшения комфорта, увеличения освещенности, повышения привлекательности.

Решением этой проблемы может стать использование защитного, водоотталкивающего цветного лака. Такой лак благодаря своим особым свойствам препятствует адгезии между обработанной конструкцией впоследствии наносимыми любыми типами красок и клеев, а так же грязью, пылью и другими видами загрязнений [1]. Таким образом, исчезает необходимость в использовании дорогостоящих мощных химически агрессивных средств для очистки конструкций из различных материалов. Благодаря гидрофобному цветному покрытию любая краска или клей легко смываются водой или в течение одного месяца под воздействием окружающей среды (дождь/снег) [1]. Полимерный материал способен обеспечить или улучшить гидроизоляцию комнаты с повышенной влажностью и упростить очистку стен, полов и других поверхностей.

Кроме того, такой материал обладает люминесцентными свойствами, благодаря которым возможно не только сохранить чистый и ухоженный вид зданий и сооружений, но и улучшить их эстетическую привлекательность, а также придать городу праздничный вид и увеличить степень его освещенности. Для достижения требуемых свойств



используются модифицирующие добавки, наполнители, пигменты. Функции используемых компонентов описаны в таблице 1 [2]:

Таблица 1

Функции компонентов гидрофобного люминесцентного лака

| Наименование компонента                  | Описание функции  |
|--|---|
| Кремнийорганическая смола                | Является вяжущим веществом, обладает гидрофобными свойствами            |
| Гидрофобная кремнийорганическая жидкость | Повышает гидрофобные свойства   |
| Тонкодисперсный мел                      | Заполняет мельчайшие поры, тем самым увеличивая гидрофобность материала |
| Люминофор                                | Создает эффект люминесценции  |
| Цветной пигмент                          | Улучшает декоративные свойства полимерного материала                    |

Объектами применения такого лакокрасочного материала могут стать витрины или окна магазинов и торговых центров, а так же рекламные плакаты с целью привлечения покупателей; останочные павильоны, парковые беседки и другие, преимущественно, светопрозрачные конструкции [3]. Инновационный полимерный материал позволяет оформить лестничные марши, коридоры и другие пути эвакуации.

Люминесцентный материал позволяет повысить благоустроенность города, увеличить его освещенность, сэкономить электроэнергию, а так же привлечь внимание или предупредить возникновение дорожных транспортных происшествий в темное время суток. Для придания защитному составу люминесцентных свойств используется люминофор ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4$ ), являющийся малоопасным веществом. Люминофор возможно использовать не только во внешней, но и во внутренней отделке. Пигмент не имеет запаха, является непрозрачным, в светлое время суток имеет светло-зеленый оттенок. Для улучшения декоративных свойств полимерного материала используется цветной пигмент, подобранный в цвет свечения люминофора.

После накопления энергии люминофор способен отдавать энергию в виде свечения. Свет может быть синего, зеленого, желтого,

красного или оранжевого цвета в зависимости от вида люминесцентного пигмента. Наиболее ярким свечением обладают синий и зеленый пигменты, что связано с длиной волны и особенностью строения человеческого глаза.

Для придания лаку защитных свойств используется смола кремнийорганическая. Смола обладает водоотталкивающими свойствами, но для усиления гидрофобных качеств целесообразно использовать в качестве добавки гидрофобную кремнийорганическую жидкость, а так же тонкодисперсный мел, как наполнитель. Размер частиц мела не должен превышать 2,5 микрон. Тонкодисперсный мел заполняет мельчайшие поры кремнийорганической основы, значительно увеличивает укрупненность полимерного материала и снижает его себестоимость.

Таким образом, разработка и внедрение гидрофобного люминесцентного лакокрасочного материала не только улучшит эстетику городов, но и поможет сократить затраты на реконструкцию, дорогостоящую очистку или замену стеклянных элементов различных конструкций, решить проблему низкой освещенности, а так же увеличить безопасность на улицах городов.

#### **Библиографический список**

1. **Анюхина, И.О.** Применение и эффективность кремнийорганического полимерного материала защитного и светотехнического назначения [Текст] / И.О. Анюхина, М.А. Гончарова; сборник тезисов докладов научной конференции – Липецк, 2018.
2. **Саяхова, И.О.** Повышение защитных свойств лакокрасочных материалов [Текст] / И.О. Саяхова, П.В. Комаров; материалы VIII международной студенческой научной конференции URL:<http://www.scienceforum.ru/2017/2404/29792> – Липецк, 2017.
3. **Социн, Н.П.** Современные фотолюминофоры для эффективных приборов твердотельного освещения [Текст] / Н.П. Социн; тезисы докладов 7 всероссийской конференции / Нитриды галлия, индия и алюминия: структуры и приборы – СПб.:2010. С.80.
4. **Нифталиев, С.И.** Гидрофобный мел как наполнитель для производства лакокрасочных материалов [Текст] / С.И. Нифталиев; Вестник ВГУИТ, № 2, 2012.





## МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 539.3

### **К ОБОБЩЕНИЮ КВАЗИЛИНЕЙНЫХ ТЕОРИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Трещев А.А.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассмотрены варианты обобщения универсальной квазилинейной теории деформирования изотропных материалов. Показано, что пятиконстантный потенциал деформаций, предложенный в работах Матченко Н.М., Толоконникова Л.А., Трещева А.А. остается в настоящее время наиболее гибким и точным при моделировании деформирования разнородных материалов, а попытки обобщить его в рамках четырехконстантных соотношений приводят авторов к получению усеченного пятиконстантного потенциала. Другой вариант обобщения, связанный с использованием пятиконстантных уравнений не доведен до конкретных окончательных формул.*

Широкое применение обобщенного закона Гука на протяжении более полутора столетий утвердило его как несомненный физический закон. Вместе с тем данные экспериментов по деформированию таких материалов, как чугуны [1 – 5], графиты [6 – 18], керамика [19], бетоны [20 – 24] и широкий спектр композитных материалов [25 – 30], свидетельствуют о том, что линейная аппроксимация зависимостей между напряжениями и деформациями с определением модуля упругости  $E$  и коэффициента Пуассона  $\nu$  даже в достаточно узком диапазоне изменения деформаций не может считаться удовлетворительной. Несравненно лучшим оказывается аналитические аппроксимации опытных данных при одноосном растяжении и при одноосном сжатии различными линейными функциями с вычислением модуля деформаций  $E^+$  (секущего модуля упругости), соответствующего одноосному растяжению, и модуля деформаций  $E^-$ , отвечающего одноосному сжатию. Соответственно устанавливаются и

коэффициенты поперечной деформации  $\nu^+$  и  $\nu^-$ . Так, приходим к представлению свойств изотропного упругого материала, механические характеристики которых зависят от вида напряженного состояния, получившего в 60-е годы двадцатого столетия название разномодульной теории упругости, которая оперирует квазилинейными уравнениями состояния.

Приоритет в обобщении классического закона Гука на случай материалов, чувствительных к виду напряженного состояния, принадлежит ученым России и ряда республик бывшего Союза ССР. Исследования в данном направлении, проводившиеся до 60-х годов, носили эпизодический характер и не вызывали заметного интереса. Позднее развитие систематических прикладных исследований стимулировалось широким внедрением новых материалов, что, несомненно, привело к появлению фундаментальных результатов в области построения определяющих соотношений для материалов, механические характеристики которых, зависят от вида напряженного состояния. Повышение интереса к подобному физико-механическому явлению, наблюдаемое в последние годы, вызвано широким внедрением композитных материалов и полимеров, наиболее характерной особенностью деформирования которых, как отмечают многие авторы, является явное отклонение характеристик деформирования от общепринятой «гипотезы единой кривой» [1 – 30].

Достаточно подробный обзор работ, посвященных построению определяющих соотношений, учитывающих чувствительность деформационных характеристик изотропных материалов к виду напряженного состояния, представлен в работах [31, 32]. В этих же работах в рамках двух нормированных пространств напряжений представлены достаточно общие потенциальные соотношения между деформациями и напряжениями в квазилинейном приближении, из которых как частный случай вытекает большинство известных моделей уравнений состояния других авторов.

В первом пространстве потенциал деформаций сформулирован в виде:

$$W = 0,5[(A + B\alpha_1)\sigma_1^2 + (A + B\alpha_2)\sigma_2^2 + (A + B\alpha_3)\sigma_3^2] + [C + E\alpha_3 + D(\alpha_1 + \alpha_2)]\sigma_1\sigma_2 + [C + E\alpha_1 + D(\alpha_2 + \alpha_3)]\sigma_2\sigma_3 + [C + E\alpha_2 + D(\alpha_1 + \alpha_3)]\sigma_1\sigma_3, \quad (1)$$

а во втором в следующей форме:

$$W = (\tilde{b}_1 + \tilde{b}_3\xi)\sigma^2 + (\tilde{b}_2 + \tilde{b}_4\xi + \tilde{b}_5\eta\cos 3\varphi)\tau^2, \quad (2)$$



где  $\alpha_k = \sigma_k / S$  – главные нормированные напряжения;  $S = \sqrt{\sigma_k \sigma_k}$  – норма первого векторного пространства;  $\text{Cos} \psi = \xi = \sigma / S_0$ ,  $\text{Sin} \psi = \eta = \tau / S_0$  – нормированные напряжения второго пространства;  $\text{Cos} 3\varphi = \sqrt{2} \det(S_{ij}) / \tau^3$  – фазовый инвариант;  $S_0 = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$  – норма второго пространства;  $\sigma = \delta_{ij} \sigma_{ij} / 3$  – нормальное октаэдрическое напряжение;  $\tau = \sqrt{S_{ij} S_{ij}} / 3$  – касательное октаэдрическое напряжение;  $S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma$  – девиатор тензора напряжений  $\delta_{ij}$  – символы Кронекера;  $\tilde{b}_1 = 1,5(A + 2C)$ ,  $\tilde{b}_2 = 1,5(A - C)$ ,  $\tilde{b}_3 = 1,5(B + 4D + 2E) / \sqrt{3}$ ,  $\tilde{b}_5 = 0,75(B - 2D + 2E) \sqrt{2} / \sqrt{3}$ ,  $\tilde{b}_4 = 4,5(B - E) / \sqrt{3}$ , – константы, вычисляемые через механические характеристики материала.

Между параметрами двух нормированных пространств имеются однозначные зависимости:

$$S_0 = S / \sqrt{3}; I_\alpha = \sqrt{3} \xi;$$

$$III_\alpha = (3\xi^3 + 9\xi\eta^2 + 1,5\sqrt{2}\eta^3 \text{Cos} 3\varphi) / \sqrt{3}, \quad (3)$$

где  $I_\alpha = \alpha_k = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$ ;  $II_\alpha = \alpha_k \alpha_k = 1$ ;  $III_\alpha = \alpha_k \alpha_k \alpha_k$  – инварианты первого пространства.

Следствием принятых потенциалов являются общие законы деформирования:

а) закон изменения объема

$$e = \sigma / 3K_0 + \tau / 3D_0; \quad (4)$$

б) закон изменения формы

$$\Theta = \sqrt{1 + tg^2 \omega} (\tau / 2G_0 + \sigma / 3D_0); \quad (5)$$

в) уравнение, определяющее фазовую характеристику

$$tg \omega = 3\tilde{b}_5 \eta \text{Sin} 3\varphi / (3\eta / 2G_0 + \xi / D_0), \quad (6)$$

где  $K_0$  – обобщенный «модуль» объемных деформаций;  $G_0$  – обобщенный «модуль» формоизменения (сдвига);  $D_0$  – обобщенный

«модуль» дилатации;  $\omega = \varphi - \beta$  – разность фаз напряженного и деформированного состояния;

$$K_0 = 1/[2\tilde{b}_1 + \tilde{b}_3\xi(2 + \eta^2) - \tilde{b}_5\eta^3\text{Cos}3\varphi]; D_0 = 1/\tilde{b}_4\eta^3;$$

$$2G_0 = 3/[2\tilde{b}_2 + \xi^3(2\tilde{b}_4 - \tilde{b}_3) + \tilde{b}_5\eta^3(2 + \xi^2)\text{Cos}3\varphi]; 3e = \theta = \delta_{ij}e_{ij} -$$

объемные деформации;  $\mathcal{E} = \gamma/2$ ;  $\gamma = \sqrt{4/3\varepsilon_{ij}\varepsilon_{ij}}$  – октаэдрический

сдвиг;  $\varepsilon_{ij} = e_{ij} - \delta_{ij}\theta/3$  – девиатор тензора деформаций.

В работах [31, 32] показано, что предложенные определяющие соотношения для квазилинейных материалов учитывают свойства дилатации. С другой стороны, как следует из уравнений (5), изменение формы зависит от средних напряжений. Однако, если касательные напряжения  $\tau = 0$ , то формоизменения не происходит:  $\mathcal{E} = 0$ , т. е. при гидростатическом напряжении не возникает деформаций сдвига. Наличие подобных свойств у разносопротивляющихся материалов подтверждается во всех теоретических и экспериментальных исследованиях [1 – 30].

Видно, что потенциал деформаций в двух формах (1) и (2) содержит пять констант, подлежащих определению. Поэтому в общем случае опытов по одноосному растяжению и одноосному сжатию, из которых можно установить только четыре константы, недостаточно. Из двух указанных экспериментов вычисляются следующие параметры:

$$A = 0,5(1/E^+ + 1/E^-); B = 0,5(1/E^+ - 1/E^-);$$

$$C = -0,5(v^+/E^+ + v^-/E^-); D = -0,5(v^+/E^+ - v^-/E^-). \quad (7)$$

Как вполне естественным вариантом было рассмотрено [31, 32] производить вычисление пятой константы по данным опытов на простой сдвиг. При этом, обработав результаты экспериментов на простой сдвиг и получив константу материала  $G_q$  (модуль сдвига при чистом сдвиге), из выражения потенциала (2) определяется параметр

$$\tilde{b}_2 = 1,5(A - C) = 0,75/G_q. \quad (8)$$

С другой стороны, из опытов на одноосное растяжение и одноосное сжатие из выражения (2) имеем

$$\tilde{b}_2 = 0,75[(1 + v^+)/E^+ + (1 + v^-)/E^-]. \quad (8^*)$$

Данный факт подтвердил то, что соотношения рассматриваемого уровня точности (1) и (2) описывают состояния



разносопротивляющихся сред, для которых модуль сдвига  $G_q$  не является независимой характеристикой материала, а должен вычисляться согласно условию

$$1/G_q = 1/G = (1+\nu^+)/E^+ + (1+\nu^-)/E^-. \quad (9)$$

Проблему определения пятой константы предложено [31, 32] решать путем обработки фазовой характеристики, как это рекомендуется в нелинейной теории упругости [33]. Однако в литературе, посвященной экспериментальным исследованиям разносопротивляющихся материалов, оказалось слишком мало сведений по конкретным данным о величине  $tg\omega$ . В свете вышеизложенного были предложены [31, 32] априорные определения значений пятой константы, не противоречащие результатам экспериментов и основным законам механики.

В общем случае рекомендованы три вполне приемлемых варианта априорного вычисления пятой константы.

Вариант № 1. Постулируя независимость состояния деформируемой среды от фазы напряжений, а это приводит к равенству  $\tilde{b}_5 = 0$  (2) и из опытов на одноосные растяжение и сжатие вытекают зависимости

$$\begin{aligned} \tilde{b}_1 &= 0,75[(1-2\nu^+)/E^+ + (1-2\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_2 &= 0,75[(1+\nu^+)/E^+ + (1+\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_3 &= -1,5\sqrt{3}(\nu^+/E^+ - \nu^-/E^-); \\ \tilde{b}_4 &= 0,375\sqrt{3}[(3+2\nu^+)/E^+ - (3+2\nu^-)/E^-]. \end{aligned} \quad (10)$$

При этом константа  $E$ , фигурирующая в записи (1) определена следующим образом:

$$E = -0,25[(1+2\nu^+)/E^+ - (1+2\nu^-)/E^-]. \quad (11)$$

Тогда в форме записи (1) сохраняется пять вычисленных констант, а выражение (2) превращается в четырехконстантное:

$$W = (\tilde{b}_1 + \tilde{b}_3\xi)\sigma^2 + (\tilde{b}_2 + \tilde{b}_4\xi)\tau^2. \quad (2^*)$$

Вариант № 2. Естественным является предположение о малозначимости члена  $E\alpha_1\alpha_2\alpha_3$ , где сомножителями одновременно являются три главных нормированных напряжения – величины малого порядка по сравнению с нормой векторного пространства  $S$

(нормированное пространство № 1) в соотношениях вида (1). Кроме того, одновременный учет трех нормированных напряжений в ряду элементов второго порядка малости имеет еще меньшее значение. Следовательно, в соотношениях (1) можно принять  $E = 0$ . Тогда потенциал (1) превращается в четырехконстантный:

$$\begin{aligned} W = & 0,5[(A + B\alpha_1)\sigma_1^2 + (A + B\alpha_2)\sigma_2^2 + (A + B\alpha_3)\sigma_3^2] + \\ & + [C + D(\alpha_1 + \alpha_2)]\sigma_1\sigma_2 + [C + D(\alpha_2 + \alpha_3)]\sigma_2\sigma_3 + \\ & + [C + D(\alpha_1 + \alpha_3)]\sigma_1\sigma_3 \end{aligned} \quad (1^*)$$

и простейших опытов на одноосное растяжение и одноосное сжатие вполне достаточно для определения констант в соответствии с условиями (7). В то же время в записи потенциала (2) сохраняется пять констант, которые вычисляются следующим образом:

$$\begin{aligned} \tilde{b}_1 &= 0,75[(1 - 2\nu^+)/E^+ + (1 - 2\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_2 &= 0,75[(1 + \nu^+)/E^+ + (1 + \nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_3 &= 0,25\sqrt{3}[(1 - 4\nu^+)/E^+ - (1 - 4\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_4 &= 0,75\sqrt{3}(1/E^+ - 1/E^-); \\ \tilde{b}_5 &= 0,125\sqrt{6}[(1 + 2\nu^+)/E^+ - (1 + 2\nu^-)/E^-]. \end{aligned} \quad (12)$$

Вариант № 3. Для определения пятой константы можно использовать предположение о совпадении формы записи закона изменения объема квазилинейного разнотипного материала при гидростатическом сжатии или растяжении с формой, вытекающей из обобщенного закона Гука:

$$\theta^-/3 = \sigma^-(1 - 2\nu^-)/E^-; \quad \theta^+/3 = \sigma^+(1 - 2\nu^+)/E^+. \quad (13)$$

Из сравнения записей законов изменения объема (4) и (13) при гидростатическом сжатии ( $\xi = -1, \eta = 0$ ) и растяжении ( $\xi = 1, \eta = 0$ ) вытекают следующие зависимости

$$\begin{aligned} E = & 0,25\sqrt{3}[(1 - 2\nu^+)/E^+ - (1 - 2\nu^-)/E^-] - \\ & - 0,25[(1 - 4\nu^+)/E^+ - (1 - 4\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_1 &= 0,75[(1 - 2\nu^+)/E^+ + (1 - 2\nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_2 &= 0,75[(1 + \nu^+)/E^+ + (1 + \nu^-)/E^-]; \\ \tilde{b}_3 &= 0,75[(1 - 2\nu^+)/E^+ - (1 - 2\nu^-)/E^-]; \end{aligned} \quad (14)$$



$$\begin{aligned}\tilde{b}_4 &= 0,375\sqrt{3}\{(3-4\nu^+)/E^+ - (3-4\nu^-)/E^-\} - \\ &- \sqrt{3}\{(1-2\nu^+)/E^+ - (1-2\nu^-)/E^-\}; \\ \tilde{b}_5 &= 0,75\sqrt{2}\{0,5(1-2\nu^+)/E^+ - (1-2\nu^-)/E^-\} \\ &+ \sqrt{3}(1/E^+ - 1/E^-).\end{aligned}$$

При таком варианте обе формы потенциала деформаций (1) и (2) остаются пятиконстантными при однозначном определении констант только из двух простейших опытов.

В работе [34] Н.М.Матченко и И.Н.Матченко попытались предложить наиболее универсальные подходы и формы построения квазилинейных четырехконстантных потенциалов деформаций, одновременно заметив в работе [32] недопустимую оплошность в критике формы потенциалов напряжений, предложенных в статьях [35 – 37]. Данная оплошность касается утверждения, что согласно потенциалу [35 – 37] в изотропном материале чистое гидростатическое напряжение вызывает изменение формы. На самом же деле этого не происходит и данное критическое замечание не соответствует действительности. Однако недостатки потенциала [35 – 37] имеются для трехконстантной формы, так как экспериментально определяемых материальных параметров имеется четыре, что непременно приводит к ограничению на механические характеристики материалов, то есть устанавливает функциональную зависимость между некоррелируемыми величинами.

Попытка же предложить новый подход к построению форм квазилинейных четырехконстантных потенциалов деформаций [34] оказалась лишь переделкой инвариантных обозначений потенциалов (1) и (2). Поясню по сути. Все квазилинейные модели деформирования изотропных материалов базируются на введении тех или иных количественных и качественных характеристик напряженного состояния сплошной среды. В работе [34] Н.М.Матченко и И.Н.Матченко рассматривают три группы таких параметров:

а) количественные параметры первой группы –

$$H_I = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 3\sigma = \delta_{ij}\sigma_{ij};$$

$$H_{II} = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 = S^2 = \sigma_k\sigma_k = 3S_0^2; \quad (15)$$

б) количественные параметры второй группы –

$$I_I = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 3\sigma = \delta_{ij}\sigma_{ij};$$

$$I_{II} = (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 9\tau^2; \quad (16)$$

г) количественные параметры третьей группы –

$$J_I = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 3\sigma = \delta_{ij}\sigma_{ij}$$

$$J_{II} = \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1 = 3(S_0^2 - 1,5\tau^2). \quad (17)$$

Качественной характеристикой напряженного состояния для всех этих групп в работе [34] предлагается использовать один следующий параметр:

$$\chi = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2} = 3\sigma / S = 3\sigma / (\sqrt{3}S_0). \quad (18)$$

В результате использования данных параметров (15) – (18) позволило Н.М.Матченко и И.Н.Матченко [34] получить три формы квазилинейного потенциала:

$$W = (A_h + a_h\chi)H_I^2 + (B_h + b_h\chi)H_{II}; \quad (19)$$

$$W = (A_i + a_i\chi)I_I^2 + (B_i + b_i\chi)I_{II}; \quad (20)$$

$$W = (A_j + a_j\chi)J_I^2 + (B_j + b_j\chi)J_{II}. \quad (21)$$

Нетрудно заметить, что все три формы потенциала (19) – (21) с учетом уравнений (15) – (18) легко преобразуются и полностью совпадают с представлением (2\*). Поэтому комбинации (19) – (21) самостоятельного значения не имеют, а представляют другую форму обозначений. Тем более показано [31, 32], что пятиконстантный потенциал имеет более высокую точность при описании экспериментальных диаграмм деформирования большинства разноспротивляющихся материалов при сложных напряженных состояниях.

С другой стороны в работе [38] утверждается, что автором получен более общий квазилинейный потенциал, чем предложенный в работах [31, 32]. Этот потенциал имеет вид:

$$\Phi = \Phi_1[\sigma_i\varphi_1(u, \zeta)] + \Phi_2[\sigma_0\varphi_2(u, \zeta)] + \Phi_3[S_3^{1/3}\varphi_3(u, \zeta)], \quad (22)$$

где  $\sigma_i$  – интенсивность напряжений;  $\sigma_0$  – шаровая часть тензора напряжений;  $u = \sigma_0 / \sigma_i$  – параметр, учитывающий вид напряженного состояния (недостатки данного качественного параметра обсуждались в работе [32]);  $\varphi_1(u, \zeta)$ ,  $\varphi_2(u, \zeta)$ ,  $\varphi_3(u, \zeta)$  – функции, подлежащие определению из экспериментов;  $S_3$  – третий инвариант тензора деватора напряжений.



Однако сам автор никак не конкретизировал функции  $\Phi_1(u, \zeta)$ ,  $\Phi_2(u, \zeta)$ ,  $\Phi_3(u, \zeta)$  и утверждает, что «... наибольшую трудность представляет определение функций  $\Phi_i(u, \zeta)$  ( $i=1,2,3$ ). Тем не менее, это было сделано в [31] при некоторых предположениях». Данные предположения представлены здесь выше (см. выражения (7) – (14)).

Таким образом, в настоящее время наиболее общие квазилинейные определяющие соотношения изотропных материалов, пригодные для безпроблемного использования при решении прикладных научных и инженерных задач являются две формы потенциала деформаций (1) и (2).

#### Библиографический список

1. Леонов М.Я. Зависимости между деформациями и напряжениями для полухрупких тел / М.Я.Леонов, В.А.Паняев, К.Н.Русинко // Инж. журн. МТТ. – 1967. – № 6. – С. 26 – 32.
2. Писаренко Г.С. Экспериментальное исследование закономерностей деформирования углеродистой стали в условиях сложного напряженного состояния при низких температурах / Г.С.Писаренко, А.А.Лебедев, В.П.Ломашевский // Пробл. прочности. – 1968. – № 5. – С. 42–47.
3. Писаренко Г.С. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии / Г.С.Писаренко, А.А.Лебедев. – Киев: Наукова думка, 1976. – 416 с.
4. Стеценко В.А. Механические характеристики серого чугуна при растяжении и сжатии / В.А.Стеценко // Исслед. по механике деформируемых сред. – Тула: ТПИ, 1972. – С. 103–109.
5. Jamroz L. Wytzymalosciowe Wlasnosczi Zeliwa Sferoidalnegon / L.Jamroz, I.Mechanizne // Prace Instytutu Odlewnictwa. – 1971. – Rok. 21. – №3. – Str. 283 – 302.
6. Березин А.В. Влияние повреждений на деформационные и прочностные характеристики твердых тел / А.В.Березин. – М.: Наука, 1990. – 135 с.
7. Березин А.В. Деформируемость и разрушение изотропных графитовых материалов / А.В.Березин, В.И.Строков, В.Н.Барабанов // Конструкционные материалы на основе углерода. – М.: Металлургия, 1976. – Вып. 11. – С. 102–110.
8. Некоторые особенности методик исследования прочности свойств графитов при плоском напряженном состоянии / А.М.Фридман [и др.] // Заводская лаборатория. – 1972. – №9. – С. 1137–1140.
9. Сопrotивление деформированию и разрушению изотропных графитовых материалов в условиях сложного напряженного состояния / А.В. Березин [и др.] // Проблемы прочности. – 1979. – №2. – С. 60–65.
10. Строков В.И. Методика исследования прочностных и деформационных свойств графита в условиях сложного напряженного состояния / В.И.Строков, В.Н.Барабанов // Заводская лаборатория. – 1974. – №9. – С. 1141–1144.
11. Фридман А.М. Исследование разрушения углеграфитовых материалов в условиях сложного напряженного состояния / А.М.Фридман, Ю.П.Ануфриев, В.Н.Барабанов // Проблемы прочности. – 1973. – №1. – С. 52–55.
12. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. – №8. – P. 995–1001.

13. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – №1. – P. 16–25.

14. Jones R.M. Buckling of Stiffened Multilayered Circular Shells with Different Orthotropic Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1971. – Vol.9. – №5. – P. 917–923.

15. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Orthotropic Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – №10. – P. 1436–1443.

16. Jones R.M., Further Characteristics of a Nonlinear Material Model for ATJ-S Graphite / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // Journal of Composite Materials. – 1975. – Vol. 9. – №7. – P. 251–265.

17. Jones R.M., Theoretical-experimental correlation of material models for non-linear deformation of graphite / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14 – №10. – P. 1427–1435.

18. Jones R.M., Material for nonlinear Deformation / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14. – №6. – P. 709–716.

19. Романов В.В. Исследование зависимости модуля упругости шлакокаменитого материала от вида нагружения / В.В.Романов // Физ.-хим. исслед. по технологии стекла и силикатов. – М.: Наука, 1984. – С. 78–81.

20. Касимов Р.Г. Прочность и деформативность бетона при трехосном сжатии: дис. ... канд. техн. наук / Р.Г.Касимов. – НИИЖБ. – М., 1976. – 180 с.

21. Bazant Z.P. Endochronic Theory of Inelasticity and Failure of Concrete / Z.P.Bazant, P.D.Bhat // Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE. – 1976. – Vol. 102. – № EM4. – P. 701–722.

22. Kupfer H.B. Das nicht-linear Verhalten des Betons bei Zweiachsiger Beanspruchung / H.B.Kupfer // Beton und Stahlbetonbau. – 1973. – №11. – P. 269–274.

23. Kupfer H.B. Behavior of Concrete Under Biaxial Stresses / H.B.Kupfer, H.K.Hilsdorf, H.Rusch // ACI Journal. – Vol. 66. – 1969. – №8. – P. 656–666.

24. Tasuji M.E. Stress-Strain Response and Fracture of Concrete in Biaxial Loading / M.E.Tasuji, F.O.Slate, A.H.Nilson // ACI Journal. – 1979. – №7. – P. 806–812.

25. Гольдман А.Я. Исследование механических свойств тканевых стеклопластиков при растяжении и сжатии нормально к плоскости армирования / А.Я.Гольдман, Н.Ф.Савельев, В.И.Смирнова // Механика полимеров. – 1968. – №5. – С. 803–809.

26. Деревянко Н.И. Свойства армированного полистирола при кратковременном растяжении, сжатии и изгибе / Н.И.Деревянко // Механика полимеров. – 1968. – №6. – С. 1059–1064.

27. Елсуфьев С.А. Исследование деформирования фторопласта-4 при линейном и плоском напряженном состояниях / С.А.Елсуфьев // Механика полимеров. – 1968. – №4. – С. 742–746.

28. Елсуфьев С.А. Изучение деформирования фторопласта в условиях плоского напряженного состояния / С.А.Елсуфьев, В.М.Чебанов // Исслед. по упругости и пластичности. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1971. – Вып. 8. – С. 209–213.

29. Калинка Ю.А. Исследование физико-механических свойств хаотически наполненных стеклопластиков / Ю.А.Калинка, С.М.Боровикова // Механика полимеров. – 1971. – №3. – С. 411–415.

30. Schwartz R.T., Characteristics of Boron Fibers and Boron-Fiber-Reinforced Plastic Composites / R.T.Schwartz, H.S.Schwartz // AIAA Journal. – 1967. – Vol. 5. – №2. – P. 119–126.

31. Матченко Н.М. Определяющие соотношения изотропных разносопротивляющихся сред. Ч. 1. Квазилинейные соотношения / Н.М.Матченко, Л.А.Толоконников, А.А.Трещев // Изв. РАН. МТТ. – 1995. – №1. – С. 73–78.



32. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной или наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трещев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2016. – 328 с.
33. Толоконников Л.А. Механика деформируемого твердого тела / Л.А.Толоконников. – М.: Высшая школа, 1979. – 318 с.
34. Матченко Н.М. К построению четырехконстантных определяющих соотношений квазилинейной изотропной упругой среды / Н.М.Матченко, И.Н.Матченко // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. Сер. Механика предельного состояния. – 2016. – № 4. – С. 73–80.
35. Мясников В.П. Нелокальная модель разномодульного вязкоупругого тела / В.П.Мясников, В.А.Ляховский, Ю.Ю.Подладчиков // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 312. – №2. – С. 302–305.
36. Мясников В.П. Деформационная модель идеально сыпучей зернистой среды / В.П.Мясников, А.И.Олейников // Докл. АН СССР. – 1991. – Т. 316. – №3. – С. 565–568.
37. Мясников В.П. Основные общие соотношения модели изотропно-упругой разносопротивляющейся среды / В.П.Мясников, А.И.Олейников // Докл. АН СССР. – 1992. – Т. 322. – №1. – С. 57–60.
38. Березин А.В. О законах деформирования разномодульных дилатирующих сред / А.В.Березин // Проблемы машиностроения и автоматизации. Международный журнал. – 2007. – №2. – С. 70–72.



УДК 539.3

## ЭНЕРГИЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ ДОПУСКАЮЩИХ КВАЗИЛИНЕЙНУЮ АППРОКСИМАЦИЮ ДИАГРАММ

**Трещев А.А., Завьялова Ю.А., Лапшина М.А.**  
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

*Предложены энергетические уравнения связи между тензорами деформаций и напряжений ортотропных разносопротивляющихся материалов, допускающих квазилинейную аппроксимацию диаграмм деформирования. Указана система экспериментов для определения потенциала деформаций. Приведены константы для ряда композитных и полимерных материалов. Проверено условие выпуклости энергетической поверхности.*

В работах [1 – 3] на основе анализа многочисленных экспериментальных данных по деформированию анизотропных разносопротивляющихся сред [4 – 8] были предложены нелинейные потенциальные соотношения между деформациями и напряжениями для ортотропных материалов в виде:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots, \quad (1)$$

где  $W = W(\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{33}, \tau_{12}\tau_{21}, \tau_{23}\tau_{32}, \tau_{31}\tau_{13}, \tau_{12}\tau_{23}\tau_{31})$ ,  
 $W_n$  – однородный многочлен степени  $n + 1$  по напряжениям.

Коэффициенты, входящие в разложение (1) являются параметрами материала, которые зависят от вида напряженного состояния и подлежат экспериментальному определению. Так для физически квазилинейных материалов имеем:

$$W_1 = A_1\sigma_{11}^2 + A_2\sigma_{22}^2 + A_3\sigma_{33}^2 + A_4\sigma_{11}\sigma_{22} + A_5\sigma_{22}\sigma_{33} + \\ + A_6\sigma_{33}\sigma_{11} + A_7\tau_{12}\tau_{21} + A_8\tau_{23}\tau_{32} + A_9\tau_{31}\tau_{13}. \quad (2)$$

Число слагаемых в разложении (1) с ростом  $n$  быстро увеличивается. Так, для  $n = 2$  имеем:

$$W_2 = B_1\sigma_{11}^3 + B_2\sigma_{22}^3 + B_3\sigma_{33}^3 + B_4\sigma_{11}^2\sigma_{22} + B_5\sigma_{11}\sigma_{22}^2 + \\ + B_6\sigma_{22}^2\sigma_{33} + B_7\sigma_{22}\sigma_{33}^2 + B_8\sigma_{33}^2\sigma_{11} + B_9\sigma_{33}\sigma_{11}^2 + \\ + B_{10}\sigma_{11}\sigma_{22}\sigma_{33} + B_{11}\sigma_{11}\tau_{12}^2 + B_{12}\sigma_{11}\tau_{23}^2 + B_{13}\sigma_{11}\tau_{31}^2 + \\ + B_{14}\sigma_{22}\tau_{12}^2 + B_{15}\sigma_{22}\tau_{23}^2 + B_{16}\sigma_{22}\tau_{31}^2 + B_{17}\sigma_{33}\tau_{12}^2 \\ + B_{18}\sigma_{33}\tau_{23}^2 + B_{19}\sigma_{33}\tau_{31}^2 + B_{20}\tau_{12}\tau_{13}\tau_{23}. \quad (3)$$

При  $n = 3$  количество слагаемых достигает уже 42.

В работах [1 – 3] разложение (1) ограничено параметром  $n = 2$ . При этом в разложениях (2) и (3) для разносопротивляющихся материалов параметры  $A_k$  и  $B_k$  являются функциями, определяющие вид напряженного состояния. Было предложено их представлять в виде комбинаций нормированных напряжений [9 – 11]:

$$\alpha_{ij} = \sigma_{ij} / S; \quad (i, j = 1, 2, 3), \quad (4)$$

$$\text{где } S = \sqrt{\sigma_{ij}\sigma_{ij}} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2 + 2\tau_{12}^2 + 2\tau_{23}^2 + 2\tau_{13}^2}. \quad (5)$$

При этом нормированные напряжения связаны условием нормировки [1 – 3, 9 – 11]:

$$\alpha_{ij}\alpha_{ij} = \alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2\alpha_{12}^2 + 2\alpha_{23}^2 + 2\alpha_{13}^2 = 1. \quad (6)$$

Параметры  $A_k$  и  $B_k$  представлены следующими функциями:

$$A_k = A_{kk} + A_{km}\alpha_{nn} \quad \text{– для } k = 1, 2, 3;$$

$$A_k = A_{kk} + A_{km}(\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) \quad \text{– для } k = 4, 5, 6;$$



$$\begin{aligned}A_k &= A_{kk} + A_{km} \sqrt{2} \alpha_{np} && - \text{ для } k = 7, 8, 9 ; \\B_k &= B_{kk} + B_{km} \alpha_{nn} && - \text{ для } k = 1, 2, 3 ; \\B_k &= B_{kk} + B_{km} (\alpha_{nn} + \alpha_{pp}) && - \text{ для } k = 4, \dots, 9 ; \\B_k &= B_{kk} + B_{km} (\alpha_{nn} + \alpha_{pp} + \alpha_{qq}) && - \text{ для } k = 10 ; \\B_k &= B_{kk} + B_{km} (\alpha_{nn} + \sqrt{2} \alpha_{qp}) && - \text{ для } k = 11, \dots, 19 ; \\B_k &= B_{kk} + \sqrt{2} B_{km} (\alpha_{np} + \alpha_{qr} + \alpha_{st}) && - \text{ для } k = 20 .\end{aligned} \quad (7)$$

Уравнения связи компонентов тензоров деформаций и напряжений для нелинейно ортотропных материалов определяются в главных осях анизотропии на основе потенциала деформаций (1) – (3) в соответствии с формулами Кастильяно:

$$e_{ij} = \frac{\partial W}{\partial \sigma_{ij}} ; \quad (i, j = 1, 2, 3) . \quad (8)$$

Из анализа предложенного нелинейного потенциала  $W = W_1 + W_2$  видно, что для определения всех констант необходимо провести достаточно большой объем экспериментальных исследований, которые должны включать опыты, реализующие комплексы сложных напряженных состояний. Эти опыты должны быть реализованы при различных двухосных, трехосных растяжений-сжатий и даже опыты по одновременному сдвигу в трех главных взаимно ортогональных плоскостях, а это в настоящее время весьма проблематично. Однако в современном строительстве и других отраслях промышленности в настоящее время получили широкое применение конструкционные ортотропные материалы, механические свойства, которых не соответствуют классическим представлениям об упругопластическом деформировании твердых тел [4 – 8]. Поэтому для сооружений, деталей машин и аппаратов, выполненных из подобных материалов, необходимо выполнять деформационные и прочностные расчеты с максимально возможной точностью. Данная ситуация позволяет на современном этапе ограничить разложение (1) квазиквадратичным представлением (2), заменив при этом функции  $A_7, A_8, A_9$  константами [9, 10], что поясним ниже. В этом случае потенциал деформаций принимает вид:

$$\begin{aligned}
 W_1 = & 0,5(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}\alpha_{11})\sigma_{11}^2 + 0,5(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22})\sigma_{22}^2 + \\
 & + 0,5(A_{3333} + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33})\sigma_{33}^2 + [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11}\sigma_{22} + \\
 & + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{22}\sigma_{33} + \\
 & [A_{3311} + \tilde{A}_{3311}(\alpha_{33} + \alpha_{11})]\sigma_{33}\sigma_{11} + \\
 & + A_{1212}\tau_{12}^2 + A_{2323}\tau_{23}^2 + A_{3131}\tau_{31}^2. \tag{9}
 \end{aligned}$$

Продифференцировав потенциал (9) по формулам Кастильяно (8), получим следующие квазилинейные уравнения состояния для ортотропных разносопротивляющихся материалов:

$$\begin{aligned}
 e_{11} = & \{(A_{1111} + \tilde{A}_{1111}\alpha_{11}) + 0,5\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}[\alpha_{22}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \\
 & + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] - 0,5(\tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) + (1 - \alpha_{11})[\tilde{A}_{1122}\alpha_{22}(\alpha_{22}^2 + \\
 & + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)) + \tilde{A}_{1133}\alpha_{33}] - \tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \\
 & + \alpha_{33})\}\sigma_{11} + [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{22} + \\
 & + [A_{1133} + \tilde{A}_{1133}(\alpha_{11} + \alpha_{33})]\sigma_{33}; \\
 e_{22} = & [A_{1122} + \tilde{A}_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22})]\sigma_{11} + \{(A_{2222} + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}) + \\
 & + 0,5\tilde{A}_{2222}\alpha_{22}[\alpha_{11}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] - \\
 & 0,5(\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \\
 & + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) + \\
 & (1 - \alpha_{22})[\tilde{A}_{2233}\alpha_{33}(\alpha_{11}^2 + \alpha_{33}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)) + \\
 & + \tilde{A}_{1133}\alpha_{33}] - \tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33})\}\sigma_{22} + \\
 & + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \alpha_{33})]\sigma_{33}; \\
 e_{33} = & [A_{1133} + \tilde{A}_{1133}(\alpha_{11} + \alpha_{33})]\sigma_{11} + [A_{2233} + \tilde{A}_{2233}(\alpha_{22} + \\
 & + \alpha_{33})]\sigma_{22} + \\
 & \{(A_{3333} + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}) + 0,5\tilde{A}_{3333}\alpha_{33}[\alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \\
 & + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)] - 0,5(\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3) + \\
 & + (1 - \alpha_{33})[\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}(\alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + 2(\alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{31}^2)) + \\
 & \tilde{A}_{2233}\alpha_{22}] - \tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22})\}\sigma_{33}; \tag{10}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \gamma_{12} = & [A_{1212} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - \\ & - 2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22}) - 2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33}) - \\ & - 2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33})] \tau_{12}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma_{23} = & [A_{2323} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - \\ & - 2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33}) - 2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33}) - \\ & - 2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22})] \tau_{23}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma_{31} = & [A_{1313} - (\tilde{A}_{1111}\alpha_{11}^3 + \tilde{A}_{2222}\alpha_{22}^3 + \tilde{A}_{3333}\alpha_{33}^3) - \\ & - 2\tilde{A}_{1133}\alpha_{11}\alpha_{33}(\alpha_{11} + \alpha_{33}) - 2\tilde{A}_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22}) - \\ & - 2\tilde{A}_{2233}\alpha_{22}\alpha_{33}(\alpha_{22} + \alpha_{33})] \tau_{31}. \end{aligned}$$

Очевидно, что константы потенциала деформаций (9) можно определить по результатам обработки данных испытания образцов ортотропного материала на одноосное растяжение и одноосное сжатие поочередно вдоль главных осей анизотропии. При этом можно получить модули деформации (секущие модули упругости)  $E_k^\pm$  и коэффициенты поперечной деформации  $\nu_{ij}^\pm$ . Выполнив эксперименты по сдвигу в главных плоскостях анизотропии можно установить модули сдвига во взаимно ортогональных главных плоскостях анизотропии  $G_{ij}$ .

Из экспериментов на одноосное растяжение и одноосное сжатие вдоль главной оси анизотропии  $X_1$  получим:

$$\begin{aligned} 1/E_1^+ &= A_{1111} + \tilde{A}_{1111}; \quad 1/E_1^- = A_{1111} - \tilde{A}_{1111}; \\ -\nu_{21}^+ &= (A_{1122} + \tilde{A}_{1122}) / (A_{1111} + \tilde{A}_{1111}); \\ -\nu_{31}^+ &= (A_{1133} + \tilde{A}_{1133}) / (A_{1111} + \tilde{A}_{1111}); \\ -\nu_{21}^- &= (A_{1122} - \tilde{A}_{1122}) / (A_{1111} - \tilde{A}_{1111}); \\ -\nu_{31}^- &= (A_{1133} - \tilde{A}_{1133}) / (A_{1111} - \tilde{A}_{1111}), \end{aligned} \tag{11}$$

вдоль главной оси анизотропии  $X_2$ :

$$1/E_2^+ = A_{2222} + \tilde{A}_{2222}; \quad 1/E_2^- = A_{2222} - \tilde{A}_{2222};$$

$$\begin{aligned}
 -v_{12}^+ &= (A_{1122} + \tilde{A}_{1122}) / (A_{2222} + \tilde{A}_{2222}); \\
 -v_{32}^+ &= (A_{2233} + \tilde{A}_{2233}) / (A_{2222} + \tilde{A}_{2222}); \\
 -v_{12}^- &= (A_{1122} - \tilde{A}_{1122}) / (A_{2222} - \tilde{A}_{2222}); \\
 -v_{32}^- &= (A_{2233} - \tilde{A}_{2233}) / (A_{2222} - \tilde{A}_{2222}),
 \end{aligned} \tag{12}$$

вдоль главной оси анизотропии  $X_3$  :

$$\begin{aligned}
 1/E_3^+ &= A_{3333} + \tilde{A}_{3333}; \quad 1/E_3^- = A_{3333} - \tilde{A}_{3333}; \\
 -v_{13}^+ &= (A_{1133} + \tilde{A}_{1133}) / (A_{3333} + \tilde{A}_{3333}); \\
 -v_{23}^+ &= (A_{2233} + \tilde{A}_{2233}) / (A_{3333} + \tilde{A}_{3333}); \\
 -v_{13}^- &= (A_{1133} - \tilde{A}_{1133}) / (A_{3333} - \tilde{A}_{3333}); \\
 -v_{23}^- &= (A_{2233} - \tilde{A}_{2233}) / (A_{3333} - \tilde{A}_{3333}).
 \end{aligned} \tag{13}$$

Из экспериментов на чистый сдвиг в соответствующих главных плоскостях получим:

$$1/G_{12} = A_{1212}; \quad 1/G_{23} = A_{2323}; \quad 1/G_{13} = A_{1313}. \tag{14}$$

Принимая во внимание зависимости (11) – (14) выразим константы потенциала через технические постоянные следующим образом:

$$\begin{aligned}
 A_{kkkk} &= (1/E_k^+ + 1/E_k^-) / 2; \quad \tilde{A}_{kkkk} = (1/E_k^+ - 1/E_k^-) / 2; \\
 A_{ijij} &= -(v_{ij}^+ / E_j^+ + v_{ij}^- / E_j^-) / 2; \\
 \tilde{A}_{ijij} &= -(v_{ij}^+ / E_j^+ - v_{ij}^- / E_j^-) / 2; \\
 A_{ijij} &= 1/G_{ij}; \quad v_{ij}^+ / E_j^+ = v_{ji}^+ / E_i^+; \quad v_{ij}^- / E_j^- = v_{ji}^- / E_i^-; \\
 i, j, k &= 1, 2, 3.
 \end{aligned} \tag{15}$$

При определении констант потенциала необходимо проводить проверку энергетической непротиворечивости в соответствии с требованиями постулата Дуккера [9]:

$$\delta e_{ij} \delta \sigma_{ij} = \frac{\partial^2 W_1}{\partial \sigma_{km} \partial \sigma_{ij}} \delta \sigma_{km} \delta \sigma_{ij} \geq 0. \tag{16}$$



В табл. 1 и 2 риведены механические характеристики некоторых материалов. При этом кроме констант  $E_k^\pm$ ,  $\nu_{ij}^\pm$  и  $G_{ij}$  в отдельных случаях приведены параметры  $E_{ij}^\pm$  – модули упругости при растяжении и сжатии под углом  $45^\circ$  к главным осям анизотропии.

Таблица 1.

Механические характеристики композитных материалов

| Кон-станты   | Материалы [литературные источники] |              |              |                   |                |
|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|
|              | T300/5208 [4]                      | AR [5]       | PR [5]       | 16K9-27/ATJ-S [6] | AVCO Mod3a [4] |
| 1            | 2                                  | 3            | 4            | 5                 | 7              |
| $E_1^+$      | 147,5<br>ГПа                       | 3,58<br>ГПа  | 0,617<br>ГПа | 16,56<br>МПа      | 11,7<br>ГПа    |
| $E_1^-$      | 147,5<br>ГПа                       | 0,012<br>ГПа | 0,369<br>ГПа | 12,42<br>МПа      | 10,3<br>ГПа    |
| $E_2^+$      | 9,3<br>ГПа                         | 0,009<br>ГПа | 0,008<br>ГПа | –                 | –              |
| $E_2^-$      | 14,3<br>ГПа                        | 0,012<br>ГПа | 0,01<br>ГПа  | –                 | –              |
| $E_3^+$      | –                                  | –            | –            | 10,35<br>МПа      | 92,4<br>ГПа    |
| $E_3^-$      | –                                  | –            | –            | 8,28<br>МПа       | 16,5<br>ГПа    |
| $\nu_{12}^+$ | 0,25                               | 0,416        | 0,475        | 0,12              | 0,11           |
| $\nu_{12}^-$ | 0,52                               | 0,205        | 0,185        | 0,12              | 0,11           |
| $\nu_{13}^+$ | –                                  | –            | –            | –                 | 0,05           |
| $\nu_{13}^-$ | –                                  | –            | –            | –                 | 0,05           |
| 1            | 2                                  | 3            | 4            | 5                 | 7              |
| $\nu_{32}^+$ | –                                  | –            | –            | 0,14              | –              |
| $\nu_{32}^-$ | –                                  | –            | –            | 0,095             | –              |
| $E_{12}^+$   | –                                  | –            | –            | –                 | 9,95<br>ГПа    |
| $E_{12}^-$   | –                                  | –            | –            | –                 | 9,31<br>ГПа    |
| $E_{13}^+$   | –                                  | –            | –            | 11,04<br>МПа      | 8,69<br>ГПа    |
| $E_{13}^-$   | –                                  | –            | –            | 9,315<br>МПа      | 5,52<br>ГПа    |

Таблица 2.

**Механические характеристики полимерных материалов**

| Констан-<br>ты | Материалы [литературные источники] |                |                |                         |                            |                            |
|----------------|------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                | П32-57<br>[12]                     | П36-50<br>[12] | П41-42<br>[12] | Графит<br>АТJ-S<br>[13] | Стекло-<br>пластик<br>[14] | Стекло-<br>пластик<br>[15] |
| 1              | 2                                  | 3              | 4              | 5                       | 6                          | 7                          |
| $E_1^+$        | 12,75<br>ГПа                       | 10,3<br>ГПа    | 8,09<br>ГПа    | 11,85<br>ГПа            | 140<br>ГПа                 | 60<br>ГПа                  |
| $E_1^-$        | 14,03<br>ГПа                       | 11,77<br>ГПа   | 10,79<br>ГПа   | 10,48<br>ГПа            | 70<br>ГПа                  | 20<br>ГПа                  |
| $E_2^+$        | 16,425<br>ГПа                      | 17,6<br>ГПа    | 16,09<br>ГПа   | 11,85<br>ГПа            | 280<br>ГПа                 | 30<br>ГПа                  |
| $E_2^-$        | 20,60<br>ГПа                       | 18,54<br>ГПа   | 16,97<br>ГПа   | 10,48<br>ГПа            | 140<br>ГПа                 | 15<br>ГПа                  |
| $E_3^+$        | –                                  | –              | –              | 9,45<br>ГПа             | –                          | –                          |
| $E_3^-$        | –                                  | 8,34<br>ГПа    | –              | 7,95<br>ГПа             | –                          | –                          |
| $\nu_{12}^+$   | 0,176                              | 0,188          | 0,28           | 0,1                     | 0,2                        | –                          |
| $\nu_{12}^-$   | –                                  | –              | –              | 0,09                    | 0,3                        | –                          |
| $\nu_{13}^+$   | 0,126                              | 0,115          | 0,1            | –                       | –                          | –                          |
| $E_{12}^+$     | –                                  | –              | –              | –                       | 170<br>ГПа                 | –                          |
| $E_{12}^-$     | –                                  | –              | –              | –                       | 875<br>ГПа                 | –                          |
| 1              | 2                                  | 3              | 4              | 5                       | 6                          | 7                          |
| $G_{12}$       | 3,98<br>ГПа                        | 3,14<br>ГПа    | –              | –                       | –                          | –                          |
| $G_{13}$       | 3,28<br>ГПа                        | 3,49<br>ГПа    | 4,02<br>ГПа    | –                       | –                          | –                          |
| $G_{23}$       | 2,63<br>ГПа                        | 2,55<br>ГПа    | 2,45<br>ГПа    | –                       | –                          | –                          |

Предложенные уравнения связи деформаций и напряжений с учетом получаемых из экспериментов констант для ортотропных композитов [4 – 8, 12 – 15] удовлетворяют ограничениям (16).

**Библиографический список**

1. Трецев А.А. Потенциальная зависимость между деформациями и напряжениями для ортотропных физически нелинейных материалов / А.А.Трецев // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. – Орел: ОГУ. – 2017. – № 4-1 (324). – С. 71 – 74.



2. Трецев А.А. Удельная дополнительная работа деформирования ортотропных физически нелинейных материалов / А.А.Трецев, Ю.А.Монастырев, В.Д.Чибрикина // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: 13-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. – Тула: ТулГУ, 2017. – Т. 2. – С. 208 – 212.
3. Трецев А.А. Нелинейные определяющие соотношения для ортотропных разностроупротивляющихся материалов / А.А.Трецев // Сборник материалов XVIII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и промышленности». – Тула: ТулГУ. – 2017. – С. 180 – 184.
4. Schmuesser D.W. Nonlinear Stress-Strain and Strength Response of Axisymmetric Bimodulus Composite Material Shells / D.W.Schmuesser // AIAA Journal. – 1983. – Vol. 21. – №12. – P. 1742 – 1747.
5. Reddy L.N. On the Behavior of Plates Laminated of Bimodulus Composite Materials / L.N.Reddy, C.W.Bert // ZAMM. – 1982. – Vol. 62. – № 6. – P. 213 – 219.
6. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Ortotropic Materials / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – № 10. – P. 1436 – 1443.
7. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Material / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1980. – Vol. 18. – № 8. – P. 995 – 1001.
8. Jones R.M. Bucleing of Stiffened Multilayered Circular Shells with Different Ortotropic Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1971. – Vol. 9. – № 5. – P. 917 – 923.
9. Трецев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной или наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения / А.А. Трецев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2016. – 328 с.
10. Трецев А.А. Анизотропные пластины и оболочки из разностроупротивляющихся материалов / А.А. Трецев // Москва – Тула: РААСН – ТулГУ, 2007. – 160 с.
11. Трецев А.А. Определяющие соотношения для нелинейных анизотропных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния / А.А.Трецев, Д.А.Ромашин // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. – №4. Часть 4. – С. 1740-1742.
12. Розе А.В. Трехармированные тканые материалы / А.В.Розе, И.Г.Жугун, М.Н.Душин // Механика полимеров. – 1970. – №3. – с. 471-476.
13. Jones R.M., Theoretical-experimental correlation of material models for non-linear deformation of graphite / R.M.Jones, D.A.R.Nelson // AIAA Journal. – 1976. – Vol. 14 – №10. – P. 1427-1435.
14. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal. – 1977. – Vol. 15. – №1. – P. 16-25.
15. Золочевский А.А. Расчет анизотропных оболочек из разномодульных материалов при неосесимметричном нагружении / А.А.Золочевский, В.Н.Кузнецов // Динамика и прочность тяжелых машин. – Днепропетровск: ДГУ, 1989. – С. 84-92.



УДК 539.3

## **О СВЯЗАННОЙ ПОЛЕЙ СИЛОВЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ДЕФОРМИРОВАНИИ ОБОЛОЧЕК ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Трещев А.А., Делягин М.Ю.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Многочисленные экспериментальные исследования показали, что жесткость широкого круга начально изотропных дилатирующих материалов может зависеть не только от вида напряженного состояния, но и от изменений температурных факторов, причем в связанной форме. Деформационные, прочностные и теплофизические характеристики таких материалов оказываются чувствительными к виду реализуемого в точке напряженного состояния, причём при эксплуатационных нагрузках зависимости между напряжениями и деформациями оказываются существенно нелинейными. С помощью уточнения законов деформирования материалов с усложнёнными свойствами можно значительно увеличить эффективность использования ресурсов.*

Трагические события 2011 года в Японии, в ходе которых из-за повышения температуры были разрушены защитные оболочки ядерных реакторов, показали, что особую важность при расчёте ответственных конструкций приобретает температурная «нагрузка». При термомеханическом нагружении одной из основных величин, существенно влияющих на напряжённо-деформированное состояние, является коэффициент линейного температурного расширения. Возможная зависимость этого коэффициента от вида напряжённого состояния может внести значительные коррективы в расчёт конструкций. На наличие такой зависимости указано в исследованиях, проведенных Р.Е.Hart, который опубликовал результаты экспериментов с графитами AXF, ZTA и ATJ [1]. Для различных видов НДС расхождения в коэффициентах линейного температурного расширения отличаются более чем в 2 раза.

Из обзора основных работ [2 – 5] установлено, что применявшиеся ранее соотношения не могут с достаточной точностью описать термосиловое деформирование изотропных дилатирующих материалов.

В представленной работе рассматривается жёстко опёртая квадратная в плане оболочка положительной гауссовой кривизны, размером в плане  $1 \times 1$  м, толщина 0,04 м, стрела подъёма оболочки 0,1 м, радиус кривизны нижней поверхности оболочки 2,55 м. На нижней поверхности температура повышалась на 20 К, на верхней – понижалась



на 30 К. Помимо перепада температур на прямоугольном участке верхней поверхности, расположенном с эксцентриситетом относительно оси симметрии оболочки, прикладывалась равномерно распределённая внешняя нагрузка интенсивностью от 0 до 400 кПа.

В качестве уравнений термомеханического состояния материала оболочки принят нелинейный потенциал Гиббса, представленный в двух нормированных пространствах напряжений [3 – 5]. В пространстве связанном с главными осями тензора напряжений этот потенциал имеет вид:

$$I_1^* = \left\{ \begin{aligned} &(A_1 + B_1\alpha_1)\sigma_1^2 + (A_1 + B_1\alpha_2)\sigma_2^2 + \\ &+(A_1 + B_1\alpha_3)\sigma_3^2 + [C_1 + D_1(\alpha_1 + \alpha_2)]\sigma_1\sigma_2 + \\ &+[C_1 + D_1(\alpha_2 + \alpha_3)]\sigma_2\sigma_3 + [C_1 + D_1(\alpha_1 + \alpha_3)]\sigma_1\sigma_3 \end{aligned} \right\} + \quad (1)$$

$$+ \left\{ \begin{aligned} &(A_2 + B_2\alpha_1)\sigma_1^2 + (A_2 + B_2\alpha_2)\sigma_2^2 + \\ &+(A_2 + B_2\alpha_3)\sigma_3^2 + [C_2 + D_2(\alpha_1 + \alpha_2)]\sigma_1\sigma_2 + \\ &+[C_2 + D_2(\alpha_2 + \alpha_3)]\sigma_2\sigma_3 + [C_2 + D_2(\alpha_1 + \alpha_3)]\sigma_1\sigma_3 \end{aligned} \right\}^n + \left( \begin{aligned} &\left( \begin{aligned} &B_1\theta + \\ &+ A_1\theta I_\alpha \end{aligned} \right) S + \\ &+ \frac{1}{2} \cdot C_\sigma (\theta)^2 / T_0 \end{aligned} \right)$$

где  $A_1, B_1, C_1, D_1, A_2, B_2, C_2, D_2$  – константы механической части потенциала,  $A_t, B_t$  – константы термомеханической части потенциала;  $\sigma_k$  – главные напряжения;  $\alpha_k = \sigma_k / S$  – нормированные главные напряжения;  $S = (\sigma_k \sigma_k)^{0,5}$  – модуль вектора полного напряжения;  $n$  – показатель степени, который в общем случае не является целым числом;  $I_\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$  – первый инвариант нормированных напряжений первого пространства;  $C_\sigma$  – теплоёмкость материала при постоянном давлении,  $\theta = T - T_0$  – изменение температуры тела в точке;  $T$  – температура тела в точке в рассматриваемый момент времени;  $T_0$  – начальная температура тела в точке.

В нормированном пространстве, связанном с девиаторной площадкой потенциал Гиббса (1) принимает вид:

$$I_1 = \left[ (A_p + B_p\xi)\sigma^2 + (C_p + D_p\xi + E_p\eta\cos 3\varphi)\tau^2 \right]^n + (A_e + B_e\xi)\sigma^2 + \\ + (C_e + D_e\xi + E_e\eta\cos 3\varphi)\tau^2 + [(b_{11}\xi + b_{12})\sigma + b_{11}\eta\tau]\theta + 0,5 \cdot C_\sigma (\theta)^2 / T_0, \quad (2)$$

где  $A_e = 3(A_1 + C_1)$ ;  $B_e = (B_1 + 2D_1)(3)^{0,5}$ ;  $C_e = 3(A_1 - 0,5C_1)$ ;  $D_e = B_1(27)^{0,5}$ ;  $E_e = (B_1 - D_1)(1,5)^{0,5}$ ;  $A_p = 3(A_2 + C_2)$ ;  $B_p = (B_2 + 2D_2)(3)^{0,5}$ ;  $C_p = 3(A_2 - 0,5C_2)$ ;  $D_p = B_2(27)^{0,5}$ ;  $E_p = (B_2 - D_2)(1,5)^{0,5}$ ;  $b_{11} = B_1(3)^{0,5}$ ;  $b_{12} = 3A_1$ ;  $\sigma = \delta_{ij}\sigma_{ij}/3$  – нормальные напряжения на октаэдрической площадке;  $\delta_{ij}$  – тензор Кронекера;  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений;  $\tau = (S_{ij}S_{ij}/3)^{0,5}$  – касательные напряжения на октаэдрической площадке;  $S_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij}\sigma$  – компоненты девиатора

напряжений;  $\xi = \cos\psi = \sigma / S_0$  – нормированные нормальные напряжения на девиаторной площадке;  $S_0 = (\sigma^2 + \tau^2)^{0.5}$  – модуль вектора полного напряжения на октаэдрической площадке;  $\eta = \sin\psi = \tau / S_0$  – нормированные касательные напряжения на октаэдрической площадке;  $\psi$  – угол между вектором полного напряжения на девиаторной площадке и нормалью к этой площадке;  $\cos 3\varphi = (2)^{0.5} \det(S_{ij}) / \tau^3$ ;  $\varphi$  – фаза напряжений.

Температурные напряжения сами по себе и в сочетании с силовыми напряжениями от внешней нагрузки могут вызвать появление трещин и разрушение конструкций из материалов с повышенной хрупкостью. Поэтому учет явления разносопротивляемости материалов, а также исследование влияния температуры на деформирование оболочек в связанной постановке, является актуальной задачей.

Предлагается новая конечно-элементная модель для задач связанной термоупругости. При малых изменениях температур  $\theta/T_0 \ll 1$  эту модель можно представить в общем матричном виде:

$$\begin{bmatrix} [0] & [0] \\ [C^{tu}] & [C^t] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{\dot{u}\} \\ \{\dot{T}\} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} [K] & [K^{ut}] \\ [0] & [K^t] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{u\} \\ \{T\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{F\} \\ \{Q\} \end{Bmatrix}, \quad (3)$$

где  $[C^{tu}] = -T_0 [K^{ut}]^T$  – элемент матрицы термоупругого затухания;  $[K^{ut}] = -\iiint_{vol} [B]^T \{\beta\} [C]^T dx dy dz$  – термоупругая составляющая

матрицы жесткости;  $\{\beta\} = [D]\{\chi\}$ ,  $\{\chi\}$  – столбец коэффициентов линейного теплового расширения материала по направлениям координатных осей, записанных с учётом зависимости от вида напряженного состояния;

$$\{\chi\} = \left\{ \frac{b_{t1}\xi\sigma_{11}}{3\sigma} + \frac{b_{t2}}{3} \quad \frac{b_{t1}\xi\sigma_{22}}{3\sigma} + \frac{b_{t2}}{3} \quad \frac{b_{t1}\xi\sigma_{33}}{3\sigma} + \frac{b_{t2}}{3} \quad 0 \quad 0 \quad 0 \right\}^T;$$

$\{\dot{u}\}$  – вектор скоростей изменения перемещений;  $\{\dot{T}\}$  – вектор скоростей изменения температур, в расчетах для аппроксимации производных по времени будем применять неявную разностную схему;  $[C^{ut}] = -\iiint_{vol} C_\sigma \{C\} \{C\}^T dx dy dz$  – элемент матрицы температур-

ного затухания;  $\{C\}$  – матрица интерполяционных функций;  $C_\sigma$  – теплоёмкость материала при постоянном давлении,



$[K] = \iiint_{vol} [B]^T [D][B] dx dy dz$  – матрица жесткости КЭ в виде тетраэдра при механическом нагружении;  $[B]$  – матрица деформаций;  $[D]$  – матрица упругости;  $[K^t] = \iiint_{vol} [B_T]^T [D_T][B_T] dx dy dz$  – элемент матрицы теплопроводности;

$[B]_T = \{L\} \{C\} \{C\}^T \{T\}$ ;

$$\{L\} = \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \quad \frac{\partial}{\partial y} \quad \frac{\partial}{\partial z} \right\}^T \text{ – вектор оператор; } [D_T] = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix};$$

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $\{u\}$  – вектор перемещений;  $\{T\}$  – вектор температур;  $\{F\}$  – вектор узловых силовых нагрузок;  $\{Q\}$  – вектор узловых температурных нагрузок.

Для учёта разнсопротивляемости при определении матрицы жесткости  $[K]$  вычисляем матрицу упругости  $[D]$  на основе предложенного потенциала Гиббса без температурной составляющей по формуле:

$$e_{ij} = \frac{\partial \Gamma}{\partial \sigma_{ij}} = A_{ijkm} \sigma_{km}; \quad (i, j, k, m = 1, 2, 3), \quad (4)$$

где  $[A_{ijkm}] = [D]^{-1}$ .

Расчёт оболочки положительной гауссовой кривизны прямоугольной в плане, выполненной из изотропного с нелинейно разнсопротивляющегося материала, на термомеханическое воздействие в связанной постановке производился по деформируемой схеме. Алгоритм решения задачи реализован в среде MATLAB.

Для определения степени влияния рассматриваемых физических эффектов на НДС конструкций проводилось решение задачи согласно 6 моделям: модель № 1 – пошаговый расчёт по деформируемой схеме для нелинейной разнсопротивляемости [3, 6]; модель № 2 – пошаговый расчёт по деформируемой схеме для квазилинейной разнсопротивляемости [3, 4, 7]; модель № 3 – расчёт по недеформируемой схеме для нелинейной разнсопротивляемости [3, 6]; модель № 4 – пошаговый расчёт по деформируемой схеме для линейной термоупругости с использованием осреднённых характеристик материала [8]; модель № 5 – пошаговый расчёт по деформируемой

схеме для нелинейной разностойчивости без температуры [3, 6]. Дополнительно для модели №1 проводилось сравнение решений в связанной и несвязанной постановках. Рассматривалась жёстко защемленная квадратная в плане оболочка положительной гауссовой кривизны, на нижней поверхности которой температура повышалась на 20 К, а на верхней понижалась на 30 К. Помимо перепада температур на прямоугольном участке верхней поверхности, расположенном с эксцентриситетом относительно оси симметрии оболочки, прикладывалась равномерно распределённая внешняя нагрузка интенсивностью от 0 до 400 кПа (рис. 1 – 3).

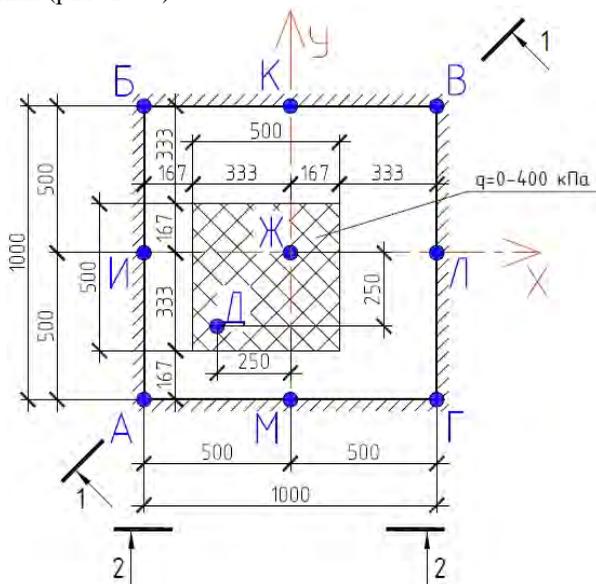


Рис. 1. Оболочка в плане

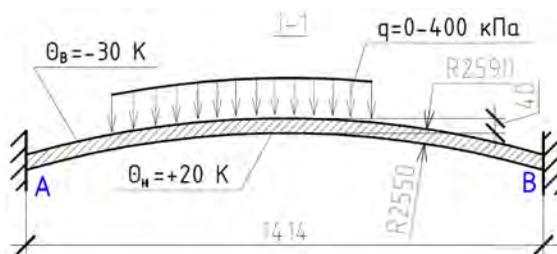


Рис. 2. Сечение 1-1

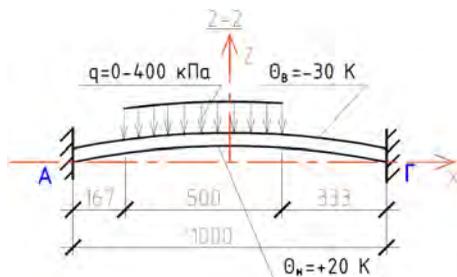


Рис. 3 – Сечение 2-2

Для расчёта по квазилинейной теории разносопротивляемости [4, 7] использовались модуль упругости при растяжении  $E^+ = 3750 \text{ МПа}$ , модуль упругости при сжатии  $E^- = 6130 \text{ МПа}$ , коэффициент Пуассона при растяжении  $\nu^+ = 0.2$ , коэффициент Пуассона при сжатии  $\nu^- = 0.35$ ,

На рис. 4 – 7 представлены отдельные результаты расчёта оболочек.

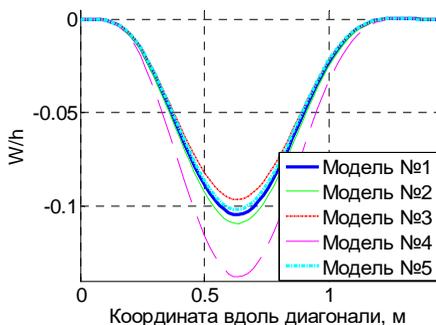


Рис. 4. Распределение прогибов вдоль диагонали оболочки ( $q = 400 \text{ кПа}$ )

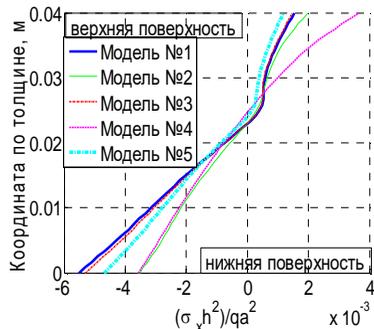


Рис. 5. Распределение напряжений  $\sigma_x$  по толщине в углу оболочки

В результате проведенных расчетов были выявлены значительные поправки в параметры НДС за счёт учёта эффекта чувствительности материалов к виду напряжённого состояния и связанности термо-механического деформирования оболочек. Решение по классической линейной теории термоупругости в величинах нормальных напряжений приводит к погрешностям, достигающим 46%.

Результаты расчетов по нелинейной и квазилинейной теориям, учитывающим зависимость механических характеристик изотропных

материалов, зачастую весьма близки, но на отдельных участках расхождение полученных результатов доходит до 26%.

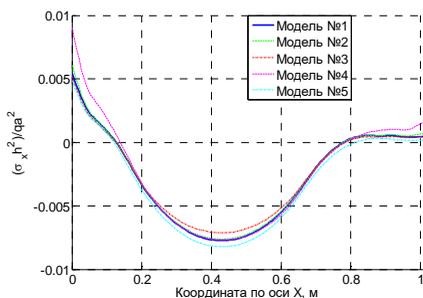


Рис. 6. Распределение напряжений  $\sigma_x$  верхней поверхности оболочки линии И-Л

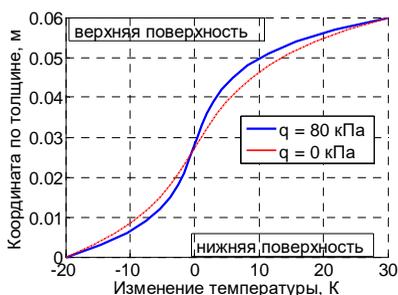


Рис. 7. Распределение температурна по толщине оболочки в моментвдоль времени  $t = 1$  с

Учёт деформируемости конструктивной схемы для оболочки проявляется заметно и приводит к корректировкам нормальных напряжений до 26%.

Влияние связанности полей напряжений и температур сказывается только в начальные секунды нагружения, когда максимальные поправки параметров НДС составляют 16%. Также было выявлено влияние вида напряжённого состояния на скорость установления линейного распределения температур по толщине оболочки.

#### Библиографический список

1. Hart, P.E. The effect of pre-stressing on the thermal expansion and Young's modulus of graphite / P.E. Hart // Carbon. – 1972. – Vol. 10. – P. 233-236.
2. Коваленко А.Д. Термоупругость / А.Д. Коваленко // Издательское объединение «Вища школа», 1975. – 216 с.
3. Трещев А.А., Теория деформирования и прочности материалов с изначальной или наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения: монография / А.А.Трещев. – М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2016. – 328 с.
4. Матченко, Н.М. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов. Прикладные задачи теории упругости / Н.М. Матченко, А.А. Трещев // Прикладные задачи теории упругости. – М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2004. – 211 с.
5. Трещев А.А., Моделирование оболочки из изотропного разносопротивляющегося графита с помощью объемных конечных элементов с учетом связанности напряжений и температур / А.А.Трещев, М.Ю.Делягин // Materials Physics and Mechanics. – 2013. – Vol. 17. – No 1. – P. 59-70.
6. Матченко Н.М. Определяющие соотношения изотропных разносопротивляющихся сред. Ч.2. Нелинейные соотношения / Н.М.Матченко, Л.А.Толоконников, А.А.Трещев // Изв. РАН. МТТ. – 1999. – №4. – С. 87–95.



7. Матченко Н.М. Определяющие соотношения изотропных разнородных сред. Ч.1. Квазилинейные соотношения / Н.М.Матченко, Л.А.Толоконников, А.А.Трецев // Изв. РАН. МТТ. – 1995. – №1. – С. 73–78.

8. Тимошенко С.П. Пластинки и оболочки / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. // М: Наука, 1966. – 636 с.



УДК 691.32

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕНТРИФУГИРОВАННОГО БЕТОНА

**Щербань Е.М., Стельмах С.А., Халюшева О.Н., Нажуев М.П.**  
*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*В статье рассматривается возможность создания центрифугированных изделий кольцевого сечения с вариатропной структурой за счет введения в состав центрифугированного бетона пористого заполнителя. Результаты физико-механических испытаний центрифугированного бетона показали, что наиболее предпочтительным по коэффициенту конструктивного качества и расходу цемента являются разработанные составы на комбинированном заполнителе, состоящем из гранита и керамзита.*

Бетон относится к композиционным материалам, поэтому для изготовления бетонной смеси с требуемыми свойствами можно использовать элементы теории прочности и закономерности создания композиционных материалов с заданными характеристиками [1].

Композиционные строительные материалы представляют собой материалы сложных структур, составленные из двух и более материалов с резко различными свойствами и приобретающими в результате такого сочетания комплекс новых свойств, не присущих исходным материалам [2]. Понятие структуры включает в себя количественное соотношение элементов, их взаимное расположение в пространстве, комплекс их физико-механических свойств и характер связей между ними, оказывающих влияние на формирование прочности и деформативных свойств материала [3].

В настоящее время перспективным направлением является получение бетонов с заданным комплексом свойств и направленной макроструктурой, к которым относятся каркасные бетоны, предложенные школой В.И. Соломатова [4].

Каркасная технология особенно эффективна для производства штучных изделий и монолитных покрытий из легких композиционных строительных материалов с пористыми и полыми заполнителями.

В работе [5] предложены некоторые рациональные виды строительных материалов и изделий, получаемые по каркасной технологии. Конструкционный каркасный бетон обладает оптимальной структурой и повышенной статической и динамической прочностью. Это позволяет применять его для изготовления надежных строительных изделий и конструкций.

Для выполнения программы экспериментальных исследований в качестве заполнителей были приняты:

- щебень гранитный ОАО «Павловск Неруд» фракции 5-10 мм с маркой по дробимости 1400;
- щебень из песчаника фракции 5-10 мм с маркой по дробимости 800
- гравий керамзитовый;
- песок кварцевый Грушевского месторождения ( $M_k=2,0$ ).

Физические свойства крупного и мелкого заполнителя (песка) представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Физические свойства крупного и мелкого заполнителя**

| Наименование материала | Плотность, кг/м <sup>3</sup> |         |          | Пустотность, % | Пористость, % |
|------------------------|------------------------------|---------|----------|----------------|---------------|
|                        | насыпная                     | средняя | истинная |                |               |
| Щебень гранитный       | 1510                         | 2690    | 2700     | 43,8           | 0,37          |
| Гравий керамзитовый    | 510                          | 1610    | 2400     | 68,3           | 33,0          |
| Щебень из песчаника    | 1230                         | 2345    | 2600     | 47,5           | 9,8           |
| Песок кварцевый        | 1259,4                       | -       | 2600     | 51,5           | -             |

Развивающиеся при центрифугировании усилия придают частицам смеси ускорения, пропорциональные массе частиц, квадрату угловой скорости и расстоянию от оси вращения, тогда центробежная сила может быть выражена зависимостью:

$$F_{ц.с.} = \frac{4}{3 \times g} \pi \cdot r_{кз}^3 \times \rho_{кз} \cdot l \cdot \omega^2 \quad (1)$$

где  $l$  – расстояние от центра вращения до центра зерна, м.

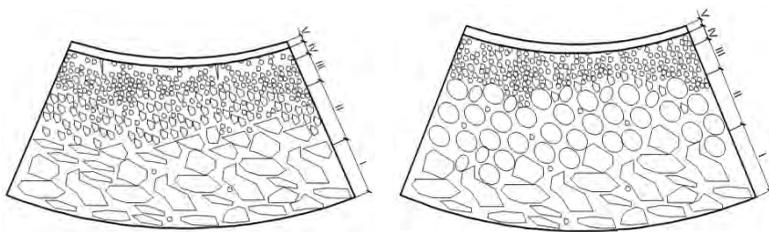


$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (2)$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения при  $n_{\text{упл}}=2179$  об/мин для  $\varnothing$  образца 165 мм, рад/с

При уплотнении методом центрифугирования (рисунок 1) происходит разделение бетонной смеси на зоны по крупности зерен. Крупнозернистый конгломерат с большей массой перемещается к внешней поверхности изделия, а с меньшей массой соответственно ближе к внутренней. Скорость сепарации частиц происходит тем быстрее, чем плотнее и крупнее заполнитель и больше скорость вращения формы. Фактически крупный плотный заполнитель достигает внешней поверхности изделия за несколько полных оборотов формы (1-1,5 с), то есть еще при распределении, мелкий же занимает это положение только через 200-205 с.

Именно эта разница в скорости дрейфа частиц различного размера обуславливает специфическое (вариатропное) строение свежееотформованного центрифугированного бетона, у которого внешний слой образован, в основном, крупным заполнителем с прослойкой цементного теста, а с приближением к внутренней поверхности постепенно возрастает содержание мелких частиц плотного заполнителя и цементного теста. Управление этим процессом при получении трехслойной виброцентрифугированной стойки из фибробетона возможно осуществить при соблюдении следующих условий: 1) крупный заполнитель должен быть одной фракции; 2) обязательно применение пористого заполнителя.



**Рис. 1. Схема разделения бетонной смеси на зоны при центрифугировании с применением комбинированного заполнителя одной фракции**

а) Зоны центрифугированного изделия на плотном заполнителе: I – крупнозернистый конгломерат; II – обычный конгломерат; III – мелкозернистый пористый конгломерат; IV – цементный камень; V – цементный шлам

б) Зоны центрифугированного изделия на комбинированном заполнителе: I – крупнозернистый конгломерат; II – пористый заполнитель; III – мелкозернистый плотный конгломерат; IV – мелкозернистый пористый конгломерат; V – незначительное количество цементного шлама

В результате, поскольку вариатропия плотности бетона выражается не только неоднородностью структуры цементного камня, но и характером распределения зерен заполнителя по толщине стенки изделия, то центробежная сила, действующая пропорционально массе вращающегося твердого тела, будет влиять на формирование слоев в процессе уплотнения при центрифугировании.

Для подтверждения нашего предположения выполним расчет по действию центробежной силы на зерно плотного (гранит) и пористого (керамзитовый гравий) заполнителя.

Если принять  $r_{к.з.}$  – радиус зерен крупного заполнителя (2,5; 5; 10; 15; 20 мм),  $m$ , а  $\rho_з$  – средняя плотность зерна заполнителя (гранит – 2690; керамзит – 1610),  $кг/м^3$ , то подставив все исходные данные в выражение (1), получим две зависимости, которые представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Изменение центробежной силы ( $F_{ц.с.}$ ) в зависимости от радиуса крупного заполнителя ( $r_{к.з.}$ )

Из результатов расчетов, представленных в таблице 2, следует, что действие центробежной силы тем значительнее, чем больше радиус и средняя плотность зерна.

В соответствии с этим изменяется и распределение зерен плотного и пористого заполнителя по сечению стенки изделия, образуя трехслойное кольцевое сечение с вариатропной структурой, в центральном слое которого располагается легкий конструкционный бетон. Такая вариатропность повлияет на физико-механические свойства центрифугированного бетона по сравнению с той, какая была



бы при неравномерном распределении зерен плотного заполнителя, состоящего из смеси разных фракций по всему сечению элемента.

Таблица 2

**Результаты расчетов по действию центробежной силы**

| Радиус зерен крупного заполнителя, мм | Расстояние от центра вращения до центра зерна, м | Центробежная сила, действующая на зерно крупного заполнителя, Н |                     |
|---------------------------------------|--|---|---------------------|
|                                       |  | плотный (гранит)  | пористый (керамзит) |
| 2,5                                   | 0,08   | 0,075   | 0,047               |
| 5,0                                   | 0,0775   | 0,58  | 0,36                |
| 10,0                                  | 0,0725   | 4,35  | 2,72                |
| 15,0                                  | 0,0675   | 13,7  | 8,55                |
| 20,0                                  | 0,0625   | 30,0  | 18,77               |

Физико-механические свойства центрифугированного бетона зависят от комплекса факторов: активности и водопотребности цемента, выхода шлама, зернового состава и водопотребности мелкого и крупного заполнителей, их соотношения в бетонной смеси, объема цементного теста в ней, начального водоцементного отношения, величины прессирующего давления и других.

Все это многообразие факторов должно быть учтено при подборе состава центрифугированного бетона. В качестве расчетно-экспериментального способа можно использовать метод проф. Ахвердова И.Н. [6]. Составы бетонных смесей для проектного класса В40 П1 (осадка конуса 1-3 см) представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Составы бетонных смесей**

| № | Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> |          |          |       |        |      |
|---|---------------------------------------|----------|----------|-------|--------|------|
|   | Гранит                                | Песчаник | Керамзит | Песок | Цемент | Вода |
| 1 | 1274                                  | -        | -        | 658   | 398    | 175  |
| 2 | -                                     | 1274     | -        | 658   | 398    | 175  |
| 3 | 724                                   | -        | 246      | 315   | 485    | 271  |
| 4 | -                                     | 724      | 246      | 315   | 485    | 271  |
| 5 | -                                     | -        | 179      | 1107  | 679    | 380  |

При определении прочности центрифугированного бетона на виброуплотненных образцах, изготовленных из бетонной смеси с  $(B/C)_{нач}^{\sigma}$ , можно пользоваться переходным коэффициентом:

$$Z = \frac{R_{н}}{R_{г}} \tag{3}$$

В зависимости от состава бетона, вида цемента и прессующего давления коэффициент  $Z$  изменяется от 1,3 до 1,6. Согласно многочисленным экспериментальным и производственным данным при работе на портландцементных различных заводов и оптимальном прессующем давлении  $Z$  для однослойного центрифугированного бетона принимается – 1,37, а для трехслойного – 1,58.

Для проверки физической модели движения компонентов бетонной смеси при центрифугировании на лабораторной центрифуге были изготовлены образцы кольцевого сечения с базовыми размерами  $300 \times 165$  мм при толщине стенки 50 мм. Далее образцы нарезались алмазным диском на полукольца, шлифовались с торцов и помещались в камеру нормального твердения на 28 суток. Одновременно формовали образцы кубы с размером ребра 10 см и призмы с размерами  $10 \times 10 \times 40$  см. Часть образцов помещали в пропарочную камеру для ускоренного твердения и пропаривали по режиму, а другую часть в камеру нормального твердения.

Призменная прочность является основной характеристикой бетона, применяемой в расчетах. Поэтому для перехода от кубиковой прочности к призменной служит коэффициент  $K_b$ , равный отношению нормативной призменной прочности к нормативной кубиковой прочности.

Согласно СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» величина прочности бетона при осевом растяжении  $R_{bt}$  включена в ряд формул, определяющих прочность, жесткость и трещиностойкость железобетонных элементов. Также эта величина значительно влияет на определение размеров и армирования некоторых бетонных и железобетонных конструкций.

Для определения прочности бетона на растяжение в ГОСТ 10180 включены косвенные методы. Одним из косвенных методов является определение предела прочности бетона при растяжении путем испытаний образцов призм на изгиб (рис. 3). Данные характеристики могут использоваться для предварительной оценки прочности при осевом растяжении.

Результаты определения физико-механических свойств центрифугированного бетона приведены в таблице 4.

Полученные данные свидетельствуют о том, что величина коэффициента призменной прочности бетона на комбинированном заполнителе находится в пределах значений  $K_b$  для обычных легких бетонов и соответствует значению 0,772.

Величина предела прочности на растяжение при изгибе для состава на комбинированном заполнителе занимает промежуточное по-



ложение между обычным легким и тяжелым бетонами, а бетон на смеси гранита и керамзита по пределу прочности на растяжение при изгибе имеет значения на 24 % выше аналогичного состава без керамзита.



Рис. 3. Определение предела прочности при растяжении путем испытания образцов-призм на изгиб

Таблица 4

Результаты определения физико-механических свойств центрифужированного бетона

| № Состав | Средняя плотность $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup> | Среднее значение предела прочности (в возрасте 28 суток нормального твердения), МПа |                        |                                   | Коэффициент конструктивного качества, $K.K.K.=\rho_0/R_b$ |
|----------|--|---|------------------------|-----------------------------------|---|
|          |  | При сжатии кубов $R_{28}$   | При сжатии призм $R_b$ | На растяжение при изгибе $R_{bt}$ |   |
| 1        | 2405   | 61,2  | 46,4                   | 2,8                               | 51,8  |
| 2        | 2340   | 57,8  | 44,3                   | 2,3                               | 52,8  |
| 3        | 2153   | 58,7  | 45,3                   | 3,7                               | 47,5  |
| 4        | 2119   | 52,5  | 41,2                   | 3,2                               | 51,4  |
| 5        | 1799   | 49,4  | 40,1                   | 3,0                               | 44,9  |

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что по физико-механическим свойствам для получения изделий кольцевого сечения с вариатропной структурой наиболее предпочтительным по коэффициенту конструктивного качества (К.К.К.) и расходу цемента является состав №3 на комбинированном заполнителе, состоящем из гранита и керамзита.

**Библиографический список**

1. Нетеса Н.И. Механика и технология бетонов - К.: Высшая школа. Головное издательство, 1987 – 146 с.

2. Соломатов В.И. Селяев В.П. Химическое сопротивление композиционных строительных материалов. – М: Стройиздат, 1987 -264 с.

3. Механическое взаимодействие элементов структуры и прочность бетонов/Б.М. Гладышев – Х: Вища школа изд. при Харьковском ун-те, 1987 -168с.

4. Селяев В.П., Соломатов В.И., Ерофеев В.Т. Композиционные строительные материалы каркасной структуры [Текст]. – Саранск: Издво Мордов. ун-та, 1993. – 167 с.

5. Каркасные строительные композиты [Текст] / В.Т. Ерофеев, Н.И. Мищенко, В.П. Селяев и др. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1995. – 372 с.

6. Ахвердов И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. – М., 1967, Стройиздат. 165 с.



УДК 624.046.2

## СВОЙСТВА БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ

**Куриен Н.С., Журавлев Г.М.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Рассмотрены отличительные особенности работы бетона в условиях статического и динамического воздействия. Приведен критерий прочности и диаграмма деформирования. Выписанные зависимости позволяют рассчитывать несущую способность бетонных конструкций.*

Воздействие неконтактного взрыва на преграду происходит за счет действия ударной волны. Нагрузки, возникающие в ходе такого взаимодействия на конструкцию, называются взрывными. Взрывные нагрузки относят к кратковременным динамическим непериодическим нагрузкам.

В отличие от статических нагрузок взрывные нагрузки действуют на конструкции крайне короткий промежуток времени, и при их воздействии возникает необходимость учета инерционности системы. Отсюда вытекают различия между воздействием взрыва на элемент и ударным воздействием по преграде твердым телом. Основная разница заключается в том, что при ударном воздействии твердым телом изменяется общая масса преграды, то есть к ней добавляется масса ударившего тела, при воздействии взрыва масса преграды остается неизменной. Еще одним существенным отличием взрывной нагрузки от статической является разница в прочностных характеристиках материалов. Время воздействия взрывной волны на преграду чрезвычайно мало. Для потока газа давление  $P$  на преграду изменяется во времени согласно приближенному закону [1]:



$$P = P_2 \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right)^{\nu - 1}$$

где  $P_2$  – максимальное давление фронтальных частиц газового потока, Максимальное давление и время воздействия можно представить как

$$P_2 = P_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^{\nu - 1} \cos^2 \alpha,$$

$\tau$  – время воздействия нагрузки.

$$\tau = \left( \frac{1}{w_0} + \frac{1}{u_0} \right) r_0,$$

$u_0$  – скорость разлета продуктов взрыва,

$$u_0 = \sqrt{2gQ_0},$$

$w_0$  – скорость перемещения поверхности разлета (поверхности, разделяющей частицы продуктов взрыва, пришедшие в движение и еще покоящиеся, если используется гипотеза мгновенной детонации)

$$w_0 = \frac{P_0}{\rho_0 u_0},$$

$\rho_0$  – плотность взрывчатого вещества,  $Q_0$  – удельная энергия взрывного превращения,  $P_0$  – первоначальное давление в продуктах детонации,  $r_0$  – радиус заряда,  $\nu$  – показатель порядка одномерности газового потока ( $\nu=1, 2, 3$  соответственно для плоского, цилиндрического и сферического зарядов),  $r$  – расстояние от центра заряда до рассматриваемой точки преграды,  $\alpha$  – угол между нормалью, проведенной из центра заряда к преграде и прямой, соединяющий центр заряда и рассматриваемую точку преграды.

Изменение давления во времени при взаимодействии ударной волны с элементом конструкции приближенно определяется в виде

$$P_2 = P_1 \left( 1 - \frac{t}{\tau} \right)^n,$$

где  $P_2$  – давление на фронте ударной волны,  $\tau$  – время действия фазы сжатия,  $n$  – показатель степени принимаемый в пределах 1...3, в зависимости от интенсивности ударной волны.

Для сферического заряда время фазы сжатия  $\tau$  можно определить как

$$\tau = 0,001 \sqrt[6]{C} \sqrt{r},$$

где  $C$  – масса заряда.

Очевидно, что время воздействия взрыва чрезвычайно мало. В среднем оно не превышает  $2 \times 10^{-4}$  с [2]. Из-за этого процесс деформирования материала под действием взрыва существенно отличается от процесса деформирования при статической нагрузке.

Перечисленное выше приводит к тому, что моделирование свойств материала подверженного взрывному воздействию обладает определенными особенностями: особыми материальными константами.

Рассмотрим элемент, представляющий собой систему массой  $m$  и жесткостью  $k$ . Рассмотрим некоторые возможные режимы динамического нагружения данной системы.

1. Внешняя нагрузка  $P$  прикладывается к элементу, начиная с нулевого значения и возрастает с течением времени. Такой процесс нагружения принято характеризовать  $V_3$ :

$$V_3 = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{dP}{dt},$$

при этом размерность  $V_3 = \text{Па/с}$ .

В частном случае, когда  $V_3 \rightarrow \infty$  этот процесс называется ударным нагружением.

2. Деформация элемента начинается с нулевого значения и растет с течением времени. Такой процесс нагружения характеризуется скоростью деформации

$$V_4 = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{dz}{dt},$$

где  $z$  – смещение, м, при этом  $V_4$  имеет размерность м/с.

Указанный процесс нагружения можно характеризовать так же скоростью относительного деформирования  $V_{41}$ :

$$V_{41} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t} = \frac{d\varepsilon}{dt},$$

при этом размерность  $V_{41} = \text{с}^{-1}$ .

Уравнение движения элемента под действием внешней нагрузки в первом режиме нагружения имеет вид [3]

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} + kz = SV_3 t, \quad (1)$$

где  $m$  – масса элемента,  $z$  – перемещение,  $k$  – жесткость,  $S$  – площадь поверхности, на которую действует нагрузка. Первый член в уравнении (1) выражает силы инерции, второй член – силы упругого сопротивления элемента, а член справа внешнюю нагрузку.

Скорость приложения нагрузки  $V_3$  в общем случае является функцией времени  $V_3 = V_3(t)$ . Однако, в случае рассматриваемой задачи



её можно принять величиной постоянной. Начальные условия соответствует свободному положению элемента в начальный момент времени

$$z = 0, \frac{dz}{dt} = 0, \text{ т.е. } t=0:$$

Частное решение уравнения, удовлетворяющее начальным условиям имеет вид

$$z = \frac{SV_3 t}{k} \left( 1 - \frac{\sin \omega t}{\omega t} \right), \quad (2)$$

где  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ , обозначает циклическую частоту собственных колебаний элемента.

В соответствии с режимом нагружения, учитывая что скорость постоянна получаем

$P = V_3 t$ , и, следовательно, решение (2) принимает вид

$$z = P \left( 1 - \frac{\sin \frac{\omega P}{V_3}}{\frac{\omega P}{V_3}} \right) \frac{S}{k}.$$

Обозначим через  $l$  характерный размер элемента и введем относительную деформацию

$$\varepsilon = \frac{z}{l},$$

тогда получим

$$\varepsilon = P \left( 1 - \frac{\sin \frac{\omega P}{V_3}}{\frac{\omega P}{V_3}} \right) \frac{S}{kl}, \quad (3)$$

Обозначим теперь

$$\frac{kl}{S} = E, \quad (4)$$

С учетом (3) соотношение (4) примет вид

$$P = \frac{E\varepsilon}{1 - \frac{\sin \frac{\omega P}{V_3}}{\frac{\omega P}{V_3}}}, \quad (5)$$

Проведем анализ формулы (5). Если скорость приложения нагрузки  $V_3$  мала, в пределе  $V_3 \rightarrow \infty$ , что соответствует статическому режиму нагружения, то величина  $\frac{\omega P}{V_3} \rightarrow \infty$ , и формула (5) преобразуется к виду:

$$P = E \varepsilon,$$

т.е. получается известная формула закона Гука, причем величина  $E$  определяется выражением (5), представляет собой обычный модуль упругости.

Введя обозначение

$$E_3 = \frac{E}{\sin \frac{\omega P}{V_3} - \frac{\omega P}{V_3}}, \quad (6)$$

Величина  $E_3$  представляет собой динамический модуль упругости [4,5], по данным опытов динамический модуль упругости превышает модуль упругости бетона при нормальном нагружении 1...3,3 раза, что вполне согласуется с результатами расчета по формуле (6).

Одним из самых популярных строительных материалов на сегодняшний день является бетон, из него выполняются несущие стены, колонны, перекрытия. Бетон достаточно сложное тело. Его сложность обуславливается наличием многих неоднородных компонентов (наполнителей) связанных между собой цементным раствором. К тому же сам цементный раствор меняет своё состояние с течением времени, переходит из гелеобразного состояния в кристаллическое. Процесс полной кристаллизации может быть крайне длительным и продолжаться до 10 лет. Из-за перечисленных выше особенностей для бетона особенно сильно проявляются различия между статическими и динамическими воздействиями. Эксперименты исследовавшие зависимости полных деформаций бетона от скорости приложения нагрузки показали, что с увеличением скорости нагружения величина пластических деформаций убывает. Это явление объясняется энергопоглощающей способностью бетона, работающего в течение короткого времени нагружения динамической нагрузкой только упруго вследствие запаздывания развития неупругих деформаций.

В координатах главных напряжений  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  критерий прочности бетона представляет собой поверхность общего вида



$F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = 0$ . Для тяжелых бетонов в области всестороннего равномерного сжатия эта поверхность разомкнута. Подробный анализ применимости классических теорий прочности и их модификации приведен в работах П.П. Баландина [6], О.Я. Берга [7], А.А. Гвоздева [8] и других.

Согласно опытным данным, в области «сжатие-сжатие» при статическом нагружении с увеличением сжимающих напряжений по одной площадке, предельное сжимающее напряжение по взаимно перпендикулярной площадке несколько повышается по сравнению с сопротивлением бетона осевому сжатию. Результаты экспериментов [9] качественно отражают аналогичную картину изменения прочности бетона при динамическом нагружении. В связи с этим в области «сжатие-сжатие» расчетный критерий с некоторым запасом может быть принят в виде:

$$\frac{\sigma_{\max}}{R_b K_{v,b}} = 1$$

где  $K_{v,b} = 1,58 - 0,35 \log_{10} t + 0,07 (\log_{10} t)^2$ , здесь  $t$  – время воздействия взрыва от 1 до 2000 мс.

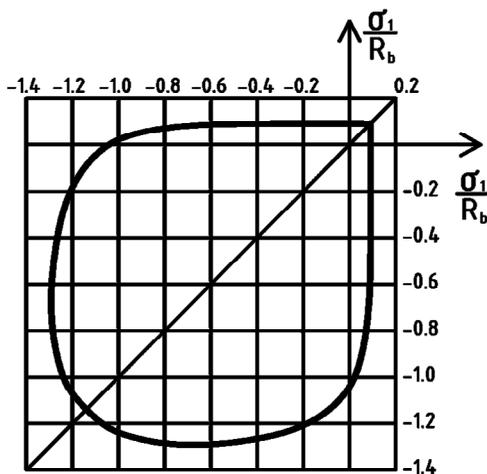


Рис. 1.1 Предельная кривая для бетона [10]

Представленные выше соотношения позволяют определить несущую способность бетонных пластинчатых элементов под воздействием взрывной нагрузки.

### **Библиографический список**

1. Саламахин Т.М. Физические основы механического действия взрыва и методы определения взрывных нагрузок. М.: ВИА, 1974. 255 с.
2. Саламахин Т.М. Разрушение взрывом элементов конструкций. М.: ВИА, 1961. 275 с.
3. Володин Г.Т. Действие взрыва зарядов конденсированных ВВ в газовой и жидкой средах. Ч. II. Взрывостойкость и гарантированное разрушение элементов конструкций. Тула: Левша. 2005. 160 с.
4. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 2. Динамика систем материальных точек. М.: Наука, 1966. 322 с.
5. Влияние высокоскоростного деформирования и температуры на характеристики прочности и пластичности хромоникельмолибденовой стали / А.П. Ващенко [и др.] // Проблемы прочности. 1991. №9. С.17–19.
6. Баландин П.П. К вопросу о гипотезах прочности // Вестник инженеров и техников. – 1937. – №1. – С. 12-36.
7. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М.: Госстройиздат., 1961. 96 с.
8. Гвоздев А.А. Опытное изучение механических свойств бетона при стесненной поперечной деформации // Вести. ВИА. – 1946. – №49. – С.48-54.
9. Баженов Ю.М. Бетон при динамическом нагружении. – М.: Стройиздат, 1970. 271 с.
10. Kupfer H.B. Das nicht-lineare Verhalten des Betons bei zweiachsiger Beanspruchung // Beton und Stahlbetonbau. – 1973.



**УДК 539.3**

## **ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА В35 ПРИ СЖАТИИ С РАСТЯЖЕНИЕМ**

**Зиборов Л.А., Теличко В.Г.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Приведены результаты эмпирических исследований прочности бетона В35 при сжатии с растяжением, предложено новое условие прочности. Исследование прочности бетона В-35 необходимо при решении задач предельного состояния железобетонных конструкций, учет действительной работы бетона, накопление опытных данных позволяет снизить материалоемкость конструкций. Организация проведения таких опытов связана с определенными трудностями постановки эксперимента, а многочисленные опытные данные не дают необходимых сведений и ясности по проблеме прочности бетона.*

Учет действительной прочности бетона В35 в условиях сложного напряженного состояния позволяет обеспечить безопасную эксплуатацию железобетонных конструкций, получить определенную надежность и эффективность при решении инженерных задач [6]



Проведение экспериментальных исследований прочности в условиях сложного напряженного состояния несет определенные трудности по изготовлению тонкостенных бетонных образцов и проведению опытов [2-5]. Выбор условия прочности бетона, обладающий различным сопротивлением растяжению и сжатию, не имеет простого решения [1,2] Условие прочности должно соответствовать результатам экспериментальных исследований и иметь простой и понятный аналитический вид, позволяющий применять его для решения прикладных задач.

Среди существующего большого ряда [1,2] теорий прочности для материалов, обладающих свойством разносопротивляемости или разномодульности, применяемых бетону можно отметить условие Гензиева Г.А. [1], в котором используются два основных базовых параметра, определяемых из опытов для простого растяжения и сжатия, пяти параметрическое условие прочности [2].

Нами предложено условие прочности в форме поверхности второго порядка

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + A_{12}\sigma_1\sigma_2 + A_{23}\sigma_2\sigma_3 + A_{31}\sigma_3\sigma_1 + (R_b - R_{bt})(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = R_b R_{bt}, \quad (1)$$

где  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$  - главные напряжения;  $R_b, R_{bt}$  - базовые параметры, которые приводятся в стандартах, или можно определить экспериментально,  $R_b$  - предел прочности при простом сжатии ( $\sigma_1 = \sigma_2 = 0, \sigma_3 = -R_b$ );  $R_{bt}$  - предел прочности при простом растяжении ( $\sigma_1 = R_{bt}, \sigma_2 = \sigma_3 = 0$ );  $A_{12}, A_{23}, A_{31}$  - определяемые опытным путем параметры [3,4]. Проверка условия (1) и определение  $A_{12}, A_{23}$  рассмотрено ранее для бетона В35 при двухосном сжатии и при двухосном растяжении [3,4].

Рассмотрим условие (1), когда  $\sigma_1 > \sigma_2 = 0 > \sigma_3$ , тогда получим,

$$\sigma_1^2 + \sigma_3^2 + A_{13}\sigma_1\sigma_3 + (R_b - R_{bt})(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) = 1, \quad (2)$$

где  $A_{13} = 2 - \frac{R_b R_{bt}}{T}$ ,  $T$  - предел прочности при сдвиге,  $\sigma_1 = -\sigma_3 = T$ ,  $\sigma_2 = 0$ .

Рассмотрим (1), когда  $A_{12} = A_{23} = A_{31} = -1$ , получим двухпараметрическое условие [1], а величину  $T = \sqrt{\frac{R_b R_{bt}}{3}}$ .

Для определения параметров  $A_{13}$ ,  $R_b$ ,  $R_{bt}$  и экспериментального условия (1) в виде (2) бетона В35 при растяжении со сжатием проведены испытания бетонных тонкостенных трубчатых образцов.

Растяжение со сжатием достигалось осевой силой процесса и силой внутреннего давления воздуха, нагнетаемого в резиновый цилиндр, расположенный внутри исследуемого образца. Осевая сила от гидравлического давления погашалась специально созданной конструкцией. Экспериментальные данные обрабатывались как для тонкостенных труб. Размеры трубчатых образцов: длина 800 мм; величина рабочей части 450 мм, внутренний диаметр трубы 187 мм, толщина стенки рабочей части 11 мм, опорной части 21,5 мм. Образцы бетонировались в вертикальном положении в разборной металлической опалубке штыкованием с вибрацией из цемента марки М400, водоцементное отношение 0,33, состав бетона (цемент, песок) 1:3.

Образцы распалубливались в двухдневном возрасте, хранились во влажной среде, из одного замеса готовились три образца и контрольные кубики. Размеры трубчатого образца показаны на рис.1.

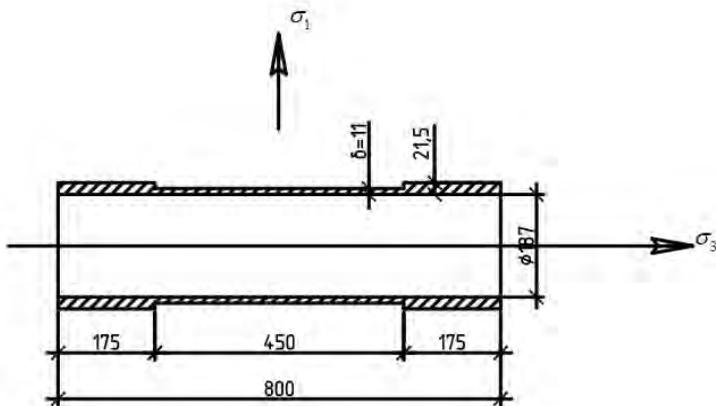


Рис. 1. Размеры трубчатого образца

Испытание на сжатие с растяжением трубчатых образцов проводилось при простом нагружении для различных соотношений главных напряжений  $\frac{\sigma_1}{\sigma_3}$ . В таблице 1 приведены результаты испытания средних значений  $\sigma_1^{(m)}$ ,  $\sigma_3^{(m)}$  по одной серии из трех образцов.



Таблица №1

## Результаты испытаний

| № серии опытов | Радиальное сжатие $\sigma_1^{(m)}$<br>МПа | Осевое сжатие $\sigma_3^{(m)}$ МПа, |
|----------------|---|-------------------------------------|
| 1              | $\sigma_1 = R_{bt} = 2,66$                | 0                                   |
| 2              | $\sigma_1 = 2,61$                         | $\sigma_3 = -1,31$                  |
| 3              | $\sigma_1 = T = 2,53$                     | $\sigma_3 = -T = 2,53$              |
| 4              | $\sigma_1 = 2,05$                         | $\sigma_3 = -12,31$                 |
| 5              | $\sigma_1 = 1,72$                         | $\sigma_3 = -22,12$                 |
| 6              | 0   | $\sigma_3 = R_b = -31,6$            |

На основании экспериментов параметр  $A_{13}$  определим из условия приведенного выше. Для сжатия с растяжением  $\sigma_1 \geq \sigma_2 = 0 \geq \sigma_3$  с учетом экспериментов находим  $A_{13}, R_b, R_{bt}$  бетона В35 получим условие в следующем виде

$$\sigma_1^2 + \sigma_3^2 - 11,13\sigma_1\sigma_3 + 28,94(\sigma_1 + \sigma_3) = 84,06. \quad (3)$$

Условие (3), результаты эксперимента из таблицы 1 представлены на рис. 2.

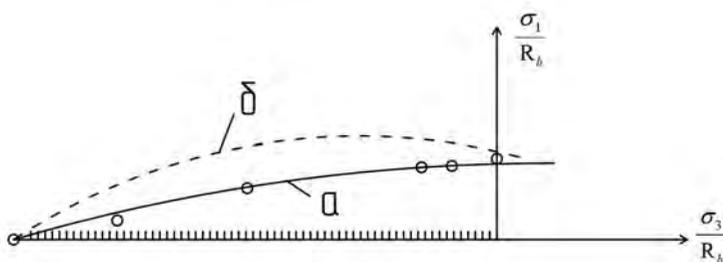


Рис. 2. Результаты испытаний на сжатие с растяжением бетона, а) условие (1) в виде (2) с учетом данных эксперимента; б) условие по двухпараметрической зависимости [1]

Итак, прочность бетона для сжатия с растяжением уменьшается в сравнении с прочностью при простом сжатии или растяжении; проч-

ность при чистом сдвиге можно принимать  $T \approx 0.95R_{bt}$ ; условие (1) имеет простой аналитический вид и хорошо согласуется с опытами.

#### **Библиографический список**

1. Генцев, Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона / Г.А. Генцев, В.Н. Киссюк, Г.А. Тюпин. – М.: Стройиздат, 1974. – 316 с.
2. Зиборов, Л.А. Проблемы освоения подземного пространства / Л.А. Зиборов // Труды Международной конференции. – Тула: изд-во ТулГУ, 2000. – С. 54-58.
3. Зиборов Л.А. Условие прочности бетона В35 при двухосном сжатии / Л.А. Зиборов, В.Г. Теличко // Сборник материалов XVII международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и стройиндустрии». – Тула: изд-во ТулГУ, 2016. – С. 98-101.
4. Зиборов Л.А., Теличко В.Г. Экспериментальное исследование прочности бетона В35 при двухосном растяжении // Сборник материалов XVIII международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства и стройиндустрии». – Тула: изд-во ТулГУ, 2017. – С. 77-79.
5. Кубльин И.Я. Разрушение сложно нагруженного бетона / И.Я. Кубльин // Исследования по бетону и железобетону - Рига, 1960- Сб. V – С. 223-229.
6. Теличко В.Г. К расчёту многоэтажного жилого здания из монолитного железобетона плоскими конечными элементами с учётом усложнённых свойств материала / В.Г. Теличко, А.А. Цуканов // Опыт прошлого – взгляд в будущее. Международная научно-практическая конференция молодых учёных и студентов. Материалы конференции. Тула: ТулГУ, 2015. С. 214–218.



УДК:691.3

## **РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

**Шляхова Е.А.,**

*Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*Предложен новый способ приготовления бетонных мелкозернистых смесей позволяющий снизить расход наиболее дорогостоящих компонентов - суперпластификатора на 25% и цемента на 15%.*

В связи с тем, что бетон и железобетон не только в настоящее время, но и в обозримой перспективе являются основными строительными материалами, все большую актуальность приобретают вопросы разработки ресурсосберегающих технологий их приготовления. Это обусловлено главным образом тем, что не только в Ростовской области, но и в большинстве регионов нашей страны отмечается дефицит крупного заполнителя для бетона из местных месторождений.



Сплошь и рядом приходится транспортировать щебень к месту потребления на расстояния 300 - 1000 км.

Существенно снизить потребность в крупном заполнителе возможно за счет использования мелкозернистых бетонов, в том числе их разновидности - песчаного бетона.

Кроме снижения затрат на изготовление и транспортирование щебня, бесспорными преимуществами мелкозернистых бетонов является их более однородная структура, которая обеспечивает повышенные, по сравнению с обычным бетоном, показатели прочности на растяжение, водонепроницаемости и морозостойкости [1].

Вместе с тем, широкое применение мелкозернистых бетонов сдерживается тем, что замена крупного заполнителя песком увеличивает пустотность и водопотребность минерального остова бетона, что в свою очередь обуславливает увеличение расхода цемента. Высокий расход цемента не только удорожает получаемый продукт, но и вызывает увеличение усадки бетона и другие негативные явления [2].

Однако применение мелкозернистых бетонов не находит достаточно широкого применения в строительстве в связи с тем, что при замене крупного заполнителя песчаными фракциями возрастает пустотность и водопотребность всего минерального состава бетона. Именно эти факторы обуславливают необходимость повышения расхода цемента в мелкозернистых бетонах.

Кроме удорожания, повышенный расход цемента ведет к увеличению усадки бетона и другим негативным явлениям [2].

Снизить расход цемента в мелкозернистых бетонах можно за счет введения в их состав минеральных дисперсных микрозаполнителей и органических пластифицирующих добавок [3].

Технико-экономическая эффективность использования тонкодисперсных микрозаполнителей определяется наличием сырьевой базы для их производства и энергозатратами на помол используемого минерального сырья [4].

Относительно использования пластифицирующих добавок в бетонах, научно-технические и патентные источники содержат сведения о множестве разнообразных ПАВ, среди которых особенно эффективны суперпластификаторы новых поколений. Однако при этом обычно используемые методы приготовления бетонных смесей связаны с большими расходами дорогостоящих пластификаторов [5].

Целью данной работы было поставлено получение ресурсо- и энергосберегающего эффекта за счет изыскания местной сырьевой базы для получения эффективной добавки микрозаполнителя в песчаные бетоны и разработки новой технологии приготовления песчанобе-

тонной смеси, которая обеспечит снижение расхода суперпластификатора.

Искомый микронаполнитель был получен на основе карбонатно-кремнеземистой опоки, разведанные запасы которой в Ростовской области весьма обширны [6].

Одним из важнейших достоинств этого сырья является его сравнительно низкая твердость. Это обстоятельство позволило в 2-3 раза снизить энергозатраты при его тонком помоле в сравнении с затратами на измельчение известных микронаполнителей типа молотых кварцевого песка, известняка, металлургических шлаков и др. [7].

Исследования проводили с использованием карбонатно-кремнеземистой опоки Масловского месторождения Ростовской области. Она состоит в основном из частиц размером не более 5 мкм опалкристобаллитового кремнезема. При этом карбонатная составляющая представлена кальцием нелигоморфных и органогенных форм.

Исследуемая порода имеет светло-желтый цвет и макропористую структуру. При измельчении породы до величины удельной поверхности 150-200 м<sup>2</sup>/кг состоянии ее насыпная плотность находится в пределах 700-950 кг/м<sup>3</sup>. Истинная плотность данных опок составляет 2,1-2,5 г/см<sup>3</sup>.

Для приготовления песчанобетонных смесей использовали местный мелкий песок Левенцовского месторождения, имеющий модуль крупности  $M_{кр}=1,3$ .

В качестве вяжущего применяли портландцемент марки 500 Д20 производства ЗАО «Кавказцемент».

Для пластификации песчанобетонных смесей был использован суперпластификатор ПОЛИПЛАСТ СП-1 (ТУ 5870-005-58042865-2005).

В процессе исследований был предложен новый ресурсосберегающий способ приготовления изучаемых бетонных смесей, защищенный патентом РФ на изобретение № 2535321.

Сущность разработанного способа состоит в целенаправленном изменении очередности смешивания компонентов в процессе гомогенизации смеси.

Повышенный расход суперпластификатора при традиционном одностадийном приготовлении смеси может быть обусловлен тем, что существенная часть добавки оказывается адсорбированной наиболее тонкодисперсными частицами исходных материалов и продуктов гидратации вяжущего. Это приводит к снижению концентрации добавки суперпластификатора в жидкой фазе смеси, что заметно уменьшает



пластифицирующий эффект [8].

Для устранения этих негативных явлений предложен двухстадийный способ приготовления песчанобетонных смесей. При этом на первой стадии перемешивают цемент, микронаполнитель, часть песка и воды затворения смеси. На второй стадии добавляется оставшая часть песка и воды с одновременным введением в смесь добавки суперпластификатора. После этого все компоненты окончательно перемешиваются до получения однородной смеси.

В таблице 1 приведены составы песчанобетонных смесей с микронаполнителем, приготовленных известным [3] и предлагаемым способом перемешивания

**Таблица 1**  
**Составы песчанобетонных смесей и способы их приготовления**

| № | Способ приготовления | Расход материалов<br>(в дробе вверху - на 1-й способ; внизу на 2-й способ) |       |                   |       |                   |       |                  |       | Расход суперпластификатора, % по сухому веществу от расхода цемента |
|---|----------------------|--|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|------------------|-------|---|
|   |                      | цемент   |       | наполнитель       |       | песок             |       | вода             |       |   |
|   |                      | кг/м <sup>3</sup>  | %     | кг/м <sup>3</sup> | %     | кг/м <sup>3</sup> | %     | л/м <sup>3</sup> | %     |   |
| 1 | Предлагаемый         | 340/0  | 85/0  | 160/0             | 100/0 | 720/720           | 50/50 | 120/40           | 75/25 | 0/0,45  |
| 2 |                      | 340/0  | 85/0  | 160/0             | 100/0 | 792/648           | 55/45 | 112/48           | 70/30 | 0/0,45  |
| 3 |                      | 340/0  | 85/0  | 160/0             | 100/0 | 864/576           | 60/40 | 104/56           | 65/35 | 0/0,45  |
| 4 |                      | 340/0  | 85/0  | 160/0             | 100/0 | 936/504           | 65/35 | 96/64            | 60/40 | 0/0,45  |
| 5 |                      | 340/0  | 85/0  | 160/0             | 100/0 | 1008/432          | 70/30 | 88/72            | 55/45 | 0/0,45  |
| 6 | Известный            | 0/400  | 0/100 | 160/0             | 100/0 | 1440/0            | 100/0 | 180/0            | 100/0 | 0,6/0   |

В таблице 2 представлены результаты прочностных испытаний образцов, изготовленных из смесей, полученных сравнительными способами.

Таблица 2

## Результаты прочностных испытаний

| № | Прочностные показатели при твердении |                          |                         |                          |
|---|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|   | 28 суток в нормальных условиях       |                          | после ТВО               |                          |
|   | R <sub>сж</sub> , МПа/%              | R <sub>изг</sub> , МПа/% | R <sub>сж</sub> , МПа/% | R <sub>изг</sub> , МПа/% |
| 1 | 29,8/97                              | 6,3/101                  | 20,3/68                 | 4,1/65                   |
| 2 | 31,7/103                             | 6,6/107                  | 22,5/71                 | 4,8/73                   |
| 3 | 32,7/106                             | 7,0/112                  | 24,2/74                 | 5,5/78                   |
| 4 | 32,3/105                             | 6,8/109                  | 23,6/73                 | 5,2/76                   |
| 5 | 31,1/101                             | 6,4/104                  | 21,5/69                 | 4,8/73                   |
| 6 | 30,8/100                             | 6,2/100                  | 19,1/62                 | 3,6/58                   |

Как видно из данных, представленных в таблице 2, оптимальное количество песка на первой стадии приготовления смеси находится в пределах 55-65% от суммарного его расхода в смеси. Часть воды затворения на первой стадии составляет 60-70% от общего ее расхода (составы №№ 2,3,4). Выход за указанные пределы расходов песка и воды на первой стадии приготовления смеси (составы №№ 1,5) в обе стороны ухудшают прочностные показатели как при нормальном твердении, так и при тепловлажностной обработке бетона.

В целом полученные результаты показали, что предложенный способ приготовления смеси существенно улучшает строительные свойства получаемого мелкозернистого бетона, что позволяет снизить расходы цемента и суперпластификатора в производстве указанного материала.

**Выводы**

1. Предложен эффективный микронаполнитель на основе карбонатно-кремнеземистой опоки для мелкозернистых бетонов, обеспечивающий существенное снижение энергозатрат на его получение.

2. Разработан защищенный патентом РФ на изобретение способ приготовления бетонных смесей, позволяющий на 25% снизить расход суперпластификатора и на 15% цемента.

**Библиографический список**

1. Hoffman G. Concrete: Making a good building material better // TRNews. 1997. №188. pp. 15-19.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: АСВ, 2003. - 500 с.
3. Шляхова Е.А., Холостова А.И. К вопросу повышения качества мелкозернистых бетонов на мелких песках // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2110/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2110/).
4. Красный И.М. О механизме повышения прочности бетона при введении микрона-



полнителя // Бетон и железобетон. 1987. №5. С. 10-11.

5. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М.: Технопроект, 1998. - 560 с.

6. Котляр В.Д., Братский Д.И. Вещественный состав и дообжиговые керамические свойства глинистых опок // Инженерный вестник Дона, 2010, № 4 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/249](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2010/249).

7. Labahn Otto. Ratgeber für Zementingenieure, Berlin, VEB Verlag für Bauwesen, 1982. - 756 p.

8. Рояк С.М., Рояк С.Г. Специальные цементы. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1989. - 279 с.



УДК 691.57

## РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНОГО ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА С ДЕКОРАТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Анюхина И.О., Коста А.А.

*Липецкий государственный технический университет, г.Липецк, Россия*

*В статье рассмотрены методы создания защитного лакокрасочного материала путём модификации гидрофобизирующими добавками с использованием люминесцентных пигментов.*

На сегодняшний день существует множество лакокрасочных материалов (ЛКМ), спрос на которые с каждым годом только растёт, что наглядно отображено на рисунке 1 [1]. К ним относятся не только лаки и краски, выполняющие декоративные функции, но и защитные полимерные материалы.

Лакокрасочные материалы приобретают различные свойства в зависимости от вида используемого связующего, модифицирующих добавок, наполнителей, растворителей и отвердителей, природы пленкообразователей и иных вспомогательных веществ.

В настоящее время всё более актуальным становятся вопрос повышения эстетической привлекательности зданий, сооружений и городов в целом. Решением проблемы может стать применение самоочищающихся люминесцентных лакокрасочных материалов. Эффект самоочищения достигается за счет гидрофобизирующих добавок, которые препятствуют проникновению воды в микропоры материала. Под воздействием внешней окружающей среды (дождь/снег) декоративное покрытие самоочищается от загрязнений. Так же гидрофобный лак позволяет предотвратить адгезию между готовым декоративным покры-

тием и наносимыми впоследствии материалами (клеями и красками). Таким образом, частично решается проблема вандализма в городах.

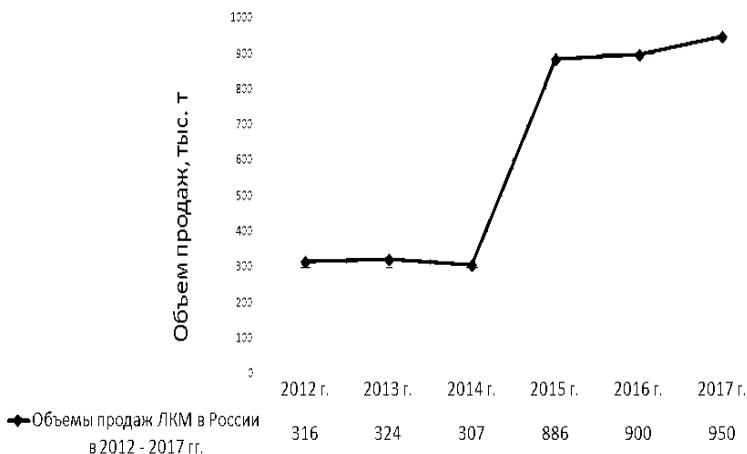


Рис.1. Динамика роста продаж лакокрасочных материалов в России за 2012-2017 гг. [1]

Функциональные свойства лакокрасочных материалов повышаются за счет использования модифицирующих добавок, а так же тонкодисперсного наполнителя [2]. Одними из самых распространенных материалов, повышающих гидрофобные свойства полимеров, являются кремнийорганические модификаторы. К ним относится гидрофобная кремнийорганическая жидкость (ГКЖ), не имеющая цвета, а значит, не влияющая на декоративные свойства полимеров, но существенно улучшающая гидрофобные свойства лака. Степень гидрофобности растет пропорционально концентрации ГКЖ [2] и определяется величиной угла краевого смачивания (рис. 2). Причем, поверхность считается гидрофобной в случае если значение угла смачивания выше  $90^\circ$ . По предварительным данным, угол смачивания увеличивается в 1,14 раза с использованием ГКЖ низких концентраций при нанесении состава на стеклянную поверхность и равен  $105,5^\circ$ , что в три раза больше по сравнению с необработанной поверхностью стекла [3]. Угол смачивания определяется по формуле [2]:

$$\cos(\theta) = \frac{(d/2)^2 - h^2}{(d/2)^2 + h^2}$$



где  $d$  – диаметр основания капли, мм;  $h$  – высота капли, мм.

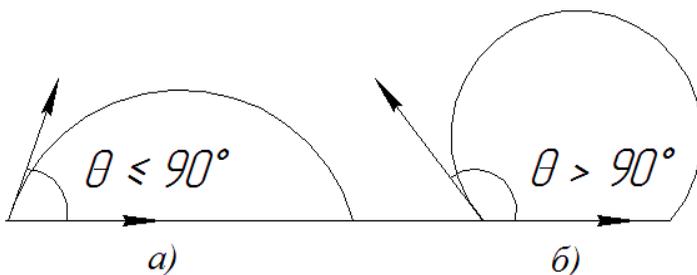
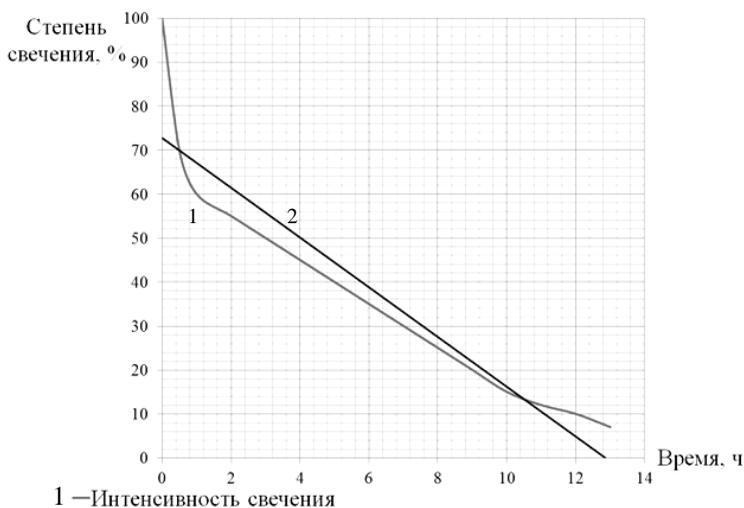


Рис. 2. Капля воды на гидрофильной поверхности (а) и гидрофобной поверхности (б)



1 — Интенсивность свечения

2 — Линейная (Интенсивность свечения)

Рисунок 3 – Интенсивность и время послесвечения [3].

Разрабатываемый полимерный материал обладает люминесцентными свойствами за счет использования в составе люминесцентного пигмента (люминофора), который отдает энергию в виде света. Время послесвечения при нахождении под воздействием дневного естественного освещения в течение 13 часов составляет около 8 часов [4]. Интенсивность свечения падает в течение 0,5-1 часа, а в после-

дующие 7-7,5 часов интенсивность свечения снижается значительно меньшими темпами [5], что отобразено на графике (рис. 3).

Таким образом, возможно получить антивандальное покрытие с люминесцентными свойствами, повышающее эстетическую привлекательность городов, улучшающее уровень их освещенности, а так же помогающее в устранении следов вандализма. Гидрофобный декоративный полимерный состав целесообразно применять для украшения фасадов зданий, рекламных баннеров, витрин, остановочных павильонов.

#### **Библиографический список**

1. Абрамов, В.Н. Состояние и развитие российского рынка лакокрасочных материалов [Текст] Лакокрасочная промышленность, 2012, № 1-2. - С.18-21.
2. Еришова, С.Г. Обеспечение эффективной гидрофобной защиты неорганических строительных материалов [Текст]: дис. канд. техн. наук: Строительные материалы и изделия. / Еришова Светлана Георгиевна. Новосибирск, 2016.
3. Саяхова, И.О. Гончарова М.А. Проектирование защитных люминесцентных лакокрасочных материалов [Текст]: сб. науч. тр.– Липецк, 2017. С 48-52.
4. Солдатов, М.А. Фторкремнийорганические полимеры и процессы формирования поверхностных структур на их основе / [Текст]: дис. канд. хим. наук: 02.00.06 / Солдатов Михаил Александрович. – М., 2015.- 133 с.
5. Селезнев, С.А. Люминесценция кристаллофосфоров на основе систем сульфидов щелочноземельных элемент/ [Текст]: дис. канд. хим. наук: 02.00.06 / Селезнев Сергей Анатольевич: Ставрополь, 2015.



УДК 669.14.018

## **ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ ТРУБ ИЗ АНИЗОТРОПНОГО МАТЕРИАЛА**

**Журавлев Г.М., Гречишкин Е.А.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*В работе рассмотрен подход к построению технологических процессов пластического формоизменения с учетом влияния анизотропии механических свойств исходного материала и способности этого материала к упрочнению. Для данных условий сформулирована полная система уравнений теории течения, которая содержит уравнения равновесия, неразрывности, условие пластичности, соотношения ассоциированного закона течения. Дано аналитическое решение, полученной системы уравнений, для расчета процесса производства бесшовных труб прокаткой.*

*Ключевые слова*



*Технологический процесс пластического формоизменения, анизотропия механических свойств исходного материала, система уравнений теории течения, производство бесшовных труб прокаткой.*

## **Введение**

В промышленности широкое применение нашли трубчатые заготовки и трубы, к которым предъявляются высокие требования по точности геометрических размеров, чистоте поверхности, уровню механических свойств. Для достижения указанных качеств используются процессы пластической деформации, за счет которых достигается не только необходимое формоизменение, но и формируются необходимые механические свойства (предел текучести, предел прочности, показатели пластичности) в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации.

Качественное проектирование технологических процессов основывается как на передовом производственном опыте, так и на теоретическом и экспериментальном анализе этих процессов. Высокое качество изготовления изделий требуют более точного определения режимов технологических операций. Совершенствование технологии пластической деформации при изготовлении деталей с целью интенсификации, вызывает необходимость создания для деформирования высоких удельных сил, что приводит к возникновению в инструменте напряжений близких к пределу прочности. Поэтому предъявляются высокие требования к точности расчета силовых параметров процесса, с учетом реальных механических свойств материала. Материал заготовок, подвергаемых штамповке, обладает неоднородностью механических свойств, которые зависят от целого ряда факторов: обусловленных маркой материала и технологическими режимами его получения, неоднородностью состава и структуры материала, анизотропией механических свойств неравномерного распределения температуры в зоне деформации. Изменения механических характеристик материала оказывает влияние на параметры процесса, на выбор технологических режимов обработки. Поэтому для эффективного использования в производстве операций объемной штамповки необходимо изучить особенности их проведения.

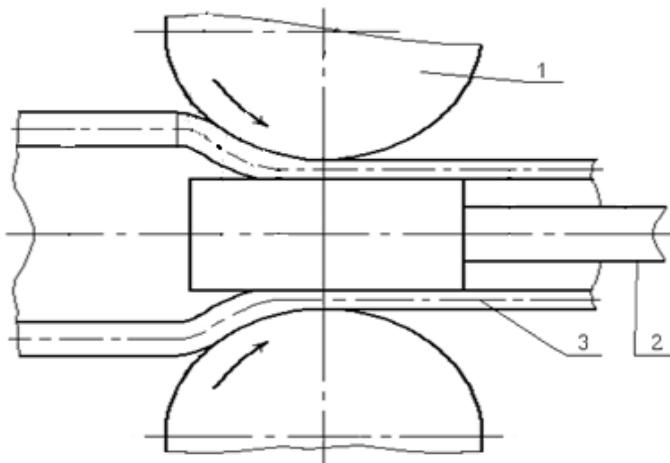
Анизотропия механических свойств материала заготовки оказывает влияние на силовые и деформационные параметры процессов пластической обработки, предельные степени деформации и качество получаемых изделий. При пластической деформации начальная анизотропия механических свойств заготовки изменяется, что подтверждается экспериментальными исследованиями. Для более эффективного использования процессов пластического формоизменения, необходимо

иметь информацию о влиянии анизотропии механических свойств материала, способности этого материала к упрочнению, параметров упрочнения, геометрических размерах и технологических параметров рассматриваемых процессов на напряженно-деформированное состояние, силовые режимы, формирование механических свойств материала и предельные возможности формоизменения.

Производство бесшовных труб осуществляется прокаткой, которая является одним из видов обработки металлов давлением, при котором металл пластически деформируется вращающимися валками [1].

Первой операцией является – прошивка образование отверстия в слитке или круглой заготовке. Эту операцию выполняют в горячем состоянии на прошивных станах.

Последующую прокатку гильзы в трубу, требуемого диаметра и толщины стенки, производят на раскатных станах, различной конструкции. Рассмотрим наиболее распространенный способ раскатки трубы на автоматическом стане. На автоматическом стане прошитую гильзу 3 раскатывают между двумя валками 1 с последовательно расположенными круглыми калибрами и оправкой 2 рис. 1.



*Рис. 1.*

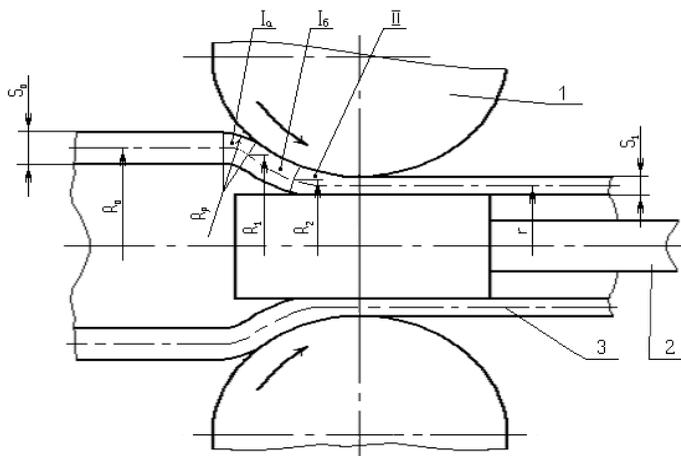


Рис. 2.

Оправку 2 закрепляют на длинном стержне таким образом, что зазор между оправкой и калибром валка определяет толщину стенки трубы. Для получения равномерной деформации стенки прокатку ведут с поворотом трубы на  $90^\circ$  после каждого прохода.

Процесс прокатки труб при одновременном существенном изменении диаметра и толщины трубы осуществляется на оправке. Схема процесса прокатки труб на оправке приведена на рис. 2.

В очаге пластической деформации имеет место плоское напряженное (зона I) и плоское деформированное (зона II) состояния трубы. Зона плоского напряженного состояния характеризуется наличием двух участков: участок пространственного изгиба (1а) и участок, контактирующий с конической поверхностью волокна (1б).

Предполагается, что материал трубной заготовки несжимаем, обладает цилиндрической анизотропией механических свойств, анизотропно упрочняющийся, для которого справедливо условие текучести Мизеса-Хилла и ассоциированный закон пластического течения [2].

Сопротивление материала пластическому деформированию описывается зависимостями вида,

$$\sigma_{s_{ij}} = \sigma_{T_{ij}} + A_{ij} (\varepsilon_e)^{n_{ij}} \left[ 1 + \left( \frac{\varepsilon_{ij}}{\varepsilon_e} \right)^2 \right]^{m_{ij}}$$

где  $\sigma_{T_{ij}}$  - пределы текучести в соответствующих направлениях;  $A_{ij}$ ,  $n_{ij}$  и  $m_{ij}$ - константы материала,  $\varepsilon_e$  - интенсивность деформации,  $\varepsilon_{ij}$  - компоненты тензора деформаций.

Механические свойства материала по образующей трубной заготовки однородные.

Рассмотрим распределение напряжений на каждом участке зоны плоского напряженного состояния.

Меридиональные  $\sigma_\rho$  и  $\sigma_\theta$  окружные напряжения на участке 1а определяются путем численного решения (методом конечных разностей) приближенного уравнения равновесия (1)

$$\rho \frac{d\sigma_\rho}{d\rho} + \sigma_\rho - \sigma_\theta = 0 \quad (1)$$

совместно с условием текучести (пластичности) (2)

$$(G + H)\sigma_\rho^2 - 2H\sigma_\rho\sigma_\theta + (H + F)\sigma_\theta^2 = 1 \quad (2)$$

при граничном условии (3)

$$\rho = R_0; \quad \sigma_\rho = \sigma_{Sp} \left| \rho = R_0 \right. \cdot \frac{S_0}{4R_\rho}, \quad (3)$$

где  $\sigma_{Sp}$  - сопротивление материала пластическому деформированию при  $\rho = R_0$ . Величина радиуса свободного изгиба приближенно может быть определена по формуле

$$R_\rho = \frac{\sqrt{R_0 \cdot S_0}}{\sqrt{2} \sin \alpha}.$$

Распределение напряжений на втором участке очага деформации может быть найдено путем совместного численного решения уравнения равновесия элемента дуговой поверхности.

$$\rho \frac{d\sigma_\rho}{d\rho} + \sigma_\rho - \sigma_\theta - \frac{\mu_\theta \sigma_\theta}{\operatorname{tg} \alpha} = 0 \quad (4)$$

и условия пластичности (2) при граничном условии (3)

$$\rho = R_1; \quad \sigma_\rho = \sigma_{\rho_{1a}} \left| \rho = R_1 \right. + \sigma_{Sp} \left| \rho = R_1 \right. \cdot \frac{S_0}{4R_\rho}, \quad (5)$$



где  $S$  - текущая толщина трубы при пластическом формоизменении;  $r$  - координата рассматриваемого сечения очага пластической деформации

на дуговой поверхности вала;  $\sigma_{s\rho} \Big|_{\rho=R_1}$  - сопротивление материала пластическому деформированию на границе между первым и вторым участками очага деформации при  $\rho = R_1$ .

Величина радиуса  $R_1$  соответствующего границе между первым и вторым участками очага деформации, может быть найдена по геометрическому соотношению

$$R_1 = R_0 - R_\rho (1 - \cos \alpha).$$

Для нахождения напряжений  $\sigma_\rho$  и  $\sigma_\theta$  на дуговой поверхности вала (участок 1в) решаем совместно уравнение равновесия [3]

$$\frac{d\sigma_\rho}{d\varphi} - \sigma_\rho \left( \frac{\cos \varphi}{a - \sin \varphi} + \mu_\theta \right) + \sigma_\theta \frac{\cos \varphi + \mu_\theta \sin \varphi}{a - \sin \varphi} = 0,$$

и условие пластичности при граничных условиях

$$\sigma_\rho = \sigma_{\rho_{1\theta}} \Big|_{\rho=R_2} + \sigma_{s\rho} \Big|_{\rho=R_2} \cdot \frac{S_0}{4R_{BC}},$$

при  $\varphi = 0$

где  $\varphi$  - угол, характеризующий положение рассматриваемого сечения заготовки на дуговой поверхности вала;  $\mu_\theta$  - коэффициент трения на контактной поверхности вала;  $a = R_2 / R_{BC}$ ;  $R_{BC} = R_B + 0,5S_0$ ;  $\sigma_{\rho_{1\theta}}$  - величина меридионального напряжения на границе между участками

1б и 1а вычисленная при  $\varphi = 0$ ;  $\sigma_\rho = \sigma_{s\rho} \Big|_{\rho=R_2}$  - сопротивление материала пластическому деформированию с учетом его упрочнения при  $\rho = R_2$ .

Величина меридионального напряжения  $\sigma_\rho$  на выходе из очага пластической деформации определяется по соотношению

$$\sigma_\rho = \sigma_{\rho_{1\theta}} \Big|_{\varphi=\alpha} + \sigma_{s\rho} \Big|_{\varphi=\alpha} \cdot \frac{S}{4R_{BC}},$$

а величина окружного напряжения  $\sigma_\theta$  - из условия текучести.

Для учета анизотропного упрочнения материала необходимо иметь информацию о распределении деформаций в очаге пластической деформации.

Распределение окружных деформаций в зоне плоского напряженного состояния осуществляется по выражениям

$$\varepsilon_{\theta} = \ln \frac{\rho}{R_0}, \quad (6)$$

Приращения меридиональных деформаций и деформаций по толщине трубы могут быть определены с учетом ассоциированного закона пластического течения следующим образом

$$d\varepsilon_{\rho} = \frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{H(\sigma_{\rho} - \sigma_{\theta}) + G\sigma_{\rho}}{F\sigma_{\theta} + H(\sigma_{\theta} - \sigma_{\rho})} \quad (7)$$

$$d\varepsilon_z = -\frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{G\sigma_{\rho} + F\sigma_{\theta}}{F\sigma_{\theta} + H(\sigma_{\theta} - \sigma_{\rho})} \quad (8)$$

Величина приращения интенсивности деформации определяется по формуле,

$$d\varepsilon_e = \sqrt{\frac{2}{3}(F+G+H) \left[ F \left( \frac{Gd\varepsilon_y - Hd\varepsilon_z}{FG+GH+HF} \right)^2 + G \left( \frac{Hd\varepsilon_z - Fd\varepsilon_x}{FG+GH+HF} \right)^2 + H \left( \frac{Fd\varepsilon_x - Gd\varepsilon_y}{FG+GH+HF} \right)^2 + \frac{2d\gamma_{yz}^2}{L} + \frac{2d\gamma_{zx}^2}{M} + \frac{2d\gamma_{xy}^2}{N} \right]^{1/2}}$$

интенсивность деформации по выражению

$$\varepsilon_e = \int_{R_0}^{\rho} d\varepsilon_e,$$

где  $\rho$  - координаты рассматриваемого сечения очага деформации.

Изменение толщины трубы в процессе волочения оценивается по соотношению

$$\ln \frac{S}{S_0} = - \int_{R_0}^{\rho} \frac{G\sigma_{\rho} + F\sigma_{\theta}}{F\sigma_{\theta} + H(\sigma_{\theta} - \sigma_{\rho})} \frac{d\rho}{\rho}.$$

Величины коэффициентов анизотропии вычисляются через параметры анизотропии, которые связаны с величинами сопротивления материала пластическому деформированию.

Последовательность решения поставленной задачи сводится к следующему. Очаг пластической деформации разбивается на участки (1а, 1б и 1в). Определяются геометрические координаты границ рассматриваемых участков. Каждый участок очага пластической дефор-



мации разбивается на элементарные. Меридиональные и окружные напряжения на участке пространственного изгиба (участок 1а), на участке прилегания трубы к окружной поверхности валька (участок 1б) и тороидальной поверхности валька (1в) в первом приближении определяются путем численного интегрирования (методом конечных разностей) приближенных уравнений равновесия с использованием условия текучести при заданных граничных условиях для меридиональных напряжений соответственно.

### **Заключение**

Проведенные зависимости позволяют определить все параметры, характеризующие напряженно-деформированное состояние процесса пластического формоизменения при прокатке труб с учетом начальной анизотропии исходного материала.

### **Библиографический список**

1. Потапов И.Н., Коликов А.П., Друян В.М. Теория трубного производства. - М.: Металлургия; 1991. - 424 с.
2. Хоменко Н.Н., Поляков А.М., Паршин В.Г. Учет влияния внеочаговой деформации при построении математической модели расчета параметров безправочного волочения труб // Новые технологические процессы и оборудование для получения мало- и многослойных материалов: Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции / Сочи, 1991. - С. 42.
3. Колмогоров В.Л., Никитина Н.В. Остаточные напряжения при волочении труб // Известия вузов. Черная металлургия. - 1995. - N2. - С. 26-28.



УДК 669.14.018

## **ЗАВИСИМОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ФОРМОИЗМЕНЕНИЕ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ ДЕФОРМАЦИИ**

**Журавлев Г.М.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*В работе рассмотрен подход к расчету процессов пластического формоизменения металлов в условиях повышенной температуры и скоростях деформации. Для данных условий сформулирована полная система уравнений теории течения, которая содержит уравнения равновесия, неразрывности, условие пластичности, соотношения ассоциированного закона течения. Построен функционал, позволяющий осуществлять расчет процесса штамповки при повышенных скоростях деформации с использованием численного метода с учетом инерционной составляющей.*

*Ключевые слова*

*Процесс пластического формоизменения металлов в условиях повышенной температуры и скоростях деформации, система уравнений теории течения, функционал, численный метод, инерционная составляющая.*

**Введение**

При пластическом формоизменении металла в условиях повышенной температуры важным фактором, влияющим на механические свойства, является скорость деформации. Говоря о высокой скорости деформации (следовательно, и скорости деформирования), следует отметить, что этот фактор позволяет сократить длительность процесса штамповки, выполнить его почти без теплообмена, что создает условия для изготовления сложных и точных деталей тонкими элементами (ребрами, лопатками, стенками и т.д.). Кроме того увеличение скорости деформации сопровождается снижением коэффициента контактного трения. Рядом исследователей отмечен тот факт, что скорость деформации оказывает наибольшее влияние на величину сопротивления деформированию в области фазовых превращений по сравнению с холодным и горячим режимами [1,2].

**Постановка задачи расчета процесса обратного выдавливания**

Рассмотрим подход к расчету процесса штамповки при повышенных скоростях деформации с использованием численного метода. Выпишем основные уравнение для построение функционала и проведемо его преобразование для решение методом конечного элемента. Математическое моделирование технологических процессов обработки металлов давлением выполним в предположении, что материал жесткопластический, несжимаемый, изотропный, изотропно упрочняющийся. Считаем, что пластическое деформирование изотермическое. Эффекты скоростного деформирования проявляются в значительном влиянии сил инерции и зависимости сопротивления материала пластической деформации от скорости деформации [3,4].

Основные уравнение для проведения расчета:

Условие текучести запишем в виде:

$$f(\sigma_{ij}) = \sigma_u + f(\varepsilon_u + \xi_u) = 0, \quad (1)$$

где интенсивность деформаций определяется по формуле:

$$\varepsilon_u = \int_t \xi_u dt \quad (2)$$

В приведенных выражениях  $\xi_u$  и  $\sigma_u$  - соответственно интенсивности скоростей деформаций и напряжений, определяемые выражениями:



$$\xi_u = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\xi_x + \xi_y)^2 + (\xi_y - \xi_z)^2 + (\xi_z - \xi_x)^2 + \frac{3}{2}(\eta_{xy}^2 + \eta_{yz}^2 + \eta_{xz}^2)} \quad (3)$$

$$\sigma_u = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x + \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + \frac{3}{2}(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)} \quad (4)$$

При построении численных решений технологических задач теории пластичности принимаем:

- уравнения движения:

$$\sigma_{ij,j} - \rho v_i = 0; \quad (5)$$

- определяющие уравнения в формулировке Леви-Мизеса:

$$\xi_{ij} = \frac{3}{2} \frac{\xi_u}{\sigma_u} s_{ij}; \quad (6)$$

- соотношения связи компонентов скоростей деформаций с компонентами вектора скорости перемещения:

$$\xi_{ij} = (v_{i,j} + v_{j,i}) / 2; \quad (7)$$

- условие несжимаемости:

$$\xi_{ij} = 0; \quad (8)$$

- соотношения связи компонентов ускорения с компонентами скорости:

$$v_i = \frac{dv_i}{dt}; \quad (9)$$

- начальные условия для компонентов скорости

$$v_i|_{t=0} = v_i(t_0); \quad (10)$$

В приведенных выражениях  $\sigma_{ij}$  - компоненты тензора напряжений;  $s_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \sigma$  - компоненты девиатора напряжений;  $\delta_{ij}$  - символ Кронекера;  $\xi_{ij}$  - компоненты скоростей деформаций;  $v_i$  - компоненты вектора скоростей;  $\dot{v}_i$  - компоненты вектора ускорений;  $\rho$  - плотность материала;  $t$  - время; индексы  $ij = 1, 2, 3$ .

Связь между инвариантами  $\sigma_u, \varepsilon_u$  и  $\xi_u$  может определяться уравнением состояния в общем виде:

$$\sigma_u = \sigma_u(\varepsilon_u, \xi_u, T, \chi_k); \quad (11)$$

где  $\varepsilon_u$  - интенсивность деформаций;  $T$  - температура;  $\chi_k$  - физико-структурные параметры, характеризующие состояние материала в рас-

смагриваемый момент времени и определяемые соответствующими кинетическими уравнениями. В качестве физико-структурных параметров обрабатываемых материалов могут, например, рассматриваться скалярные характеристики поврежденности структуры микродефектами, зернистости поликристаллических агрегатов, энергетические характеристики необратимых изменений кристаллической решетки.

Рассмотренная системы уравнений для динамической задачи являются замкнутыми относительно функций  $\sigma_{ij}, \xi_{ij}$  и  $v_i$ . Они должны быть проинтегрированы по объему  $V$  и по времени от начала обработки  $t_n$  до конца  $t_k$ .

Для построения единственного решения сформулируем граничные условия в любой текущий момент деформирования  $t$  на поверхности тела  $S$  объемом  $V$  в предположении, что поверхность  $S$  состоит из трех частей  $S = S_v \cup S_s \cup S_f$ .

На поверхности  $S_v$

$$v_i = v_i^*,$$

где  $v_i^*$  - заданная скорость перемещения - в технологических задачах, как правило, скорость инструмента.

На поверхности  $S_s$

$$v_{n_i} = v_{n_i}^*,$$

где  $v_{n_i}^*$  - нормальные составляющие скорости.

Эти условия называют иногда условием обтекания или непроницаемости, согласно которому, при контактные частицы деформируемой среды перемещаются по поверхности инструмента. Если, в касательной к поверхности  $S_s$ , к плоскости инструмента имеет место скольжение деформируемого металла со скоростью  $v_s$ , правление и величина которой известна, то граничные условия включают учет трения. Напряжение от сил трения определяется с помощью какого-либо известного закона трения, который в общем виде определяется выражением:

$$\tau_k = \tau_k(f_n, v_s, \dots),$$

где  $f_n$  - нормальное давление.

На поверхности  $S_f$  задается вектор поверхностного напряжения:

$$f_i = f_i^*.$$



В частном случае, если плоскость свободна от нагрузок, то  $f^* = 0$ .

Начальное условие задачи определим в виде задания исходных координат точек тела в начальный момент времени  $t = t_0$

$$x_j = x_j(x_0, y_0, z_0, t) \quad (i=1,2,3)$$

Кроме того, в качестве начальных условий можно задавать значения механических и физико-структурных характеристик в каждой точке тела.

Известно, что сформулированная выше система уравнений, для решения динамической задачи может трактоваться как системы управлений типа Эйлера для некоторого функционала и решение их эквивалентно исследованию на экстремум соответствующего функционала. Для решения технологических задач обработки металлов давлением будем использовать принцип возможных перемещений с представлением соответствующего функционала для множественного состояния деформируемого тела. В качестве возможных перемещений принимаются величины, пропорциональные скоростям перемещений точек деформируемой среды. Для нестационарной стадии деформирования задача решается шаговым методом, т.е. функционал рассматривается справедливый на некотором достаточно малом временном отрезке  $\Delta t$ . Вводятся следующие допущения:

- весь материал в рассматриваемом объеме  $V$  находится в пластическом состоянии;
- значение интенсивности напряжений  $\sigma_u = \sigma_s$  ( $\sigma_s$  - сопротивление материала пластической деформации), в рассматриваемый момент времени, задано (или вычислено) по известному с предыдущего шага решению в соответствии с уравнением состояния;
- ускорение материала на текущем шаге решения задачи не варьируется, а плотность материала в процессе всего периода деформирования остается неизменной и принимается равной ее начальному значению.

Касательное напряжение трения на контактной поверхности определяется по закону Прандтля

$$\tau_k = \mu \tau_s,$$

где  $\mu$  - коэффициент трения по напряжению текучести ( $0 \leq \mu \leq 1$ ) (иногда коэффициент  $\mu$  называют фактором трения). Величина  $\tau_s$  принимается осредненной, а коэффициент  $\mu$  - постоянным по всей поверхности контакта.

Функционал полной мощности, эквивалентный системе уравнений учетом принятых допущений для динамической задачи принимает следующий вид

$$J = \int_V (\sigma_u \dot{\xi}_u + \rho v_i v_i) dV + \int_{S_z} \mu \tau_s |v_{s_i}| dS - \int_{S_f} f_i^* v_i dS$$

где  $f_i^*$  - известное напряжение на поверхности тела.

#### Заключение

Проведенные зависимости и построенный функционал позволяют осуществлять расчет процесса штамповки при повышенных скоростях деформации с использованием численного метода с учетом инерционной составляющей [5].

#### Библиографический список

1. *Высокоскоростная объемная штамповка: Процессы и оборудование.* - Под. ред. Геордиева Н.Т. - М.: Машиностроение, 1969. -184 с.
2. Кононенко В.Г. *Высокоскоростное малоотходное деформирование металлов в штампах.* - Харьков: Вища школа, 1985. - 176 с.
3. Макушок Е.М., Матусевич А.С., Северденко В.П., Сегал В.М. *Теоретические основыковки и объемной штамповки.* – Минск: Наука и техника, 1968.- 407с.
4. Журавлев Г.М., Лялин В.М., Зайцева Т.В., Пещеров А.В. *Расчет силовых параметров процесса высокоскоростной штамповки на технологических машинах со свободно падающим ползуном/Сб. науч. трудов. Теория, технология, оборудование и автоматизация обработки металлов давлением и резанием. Тула. 1999. – Вып.2. – с.139-147.*
5. Лялин В.М., Павлов А.Ю., Журавлев Г.М., Пещеров А.В. *Малоотходная технология изготовления элемента тяговой цепи./ Кузнечно-штамповочное производство. – 2000 - № 9. – с.18-20.*



УДК 621.983.3:621.798.144:669.71

## РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ВЫДАВЛИВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Журавлев Г.М., Нгуен Ван Занг

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

*В работе рассмотрен расчет высокоскоростного обратного выдавливания тонкостенных деталей, с использование адаптированного программного комплекса DEFORM-3DTM V10.2. Использование адаптированного программного комплекса позволили определить параметры, характеризующие силовое и напряженно-деформированное состояние процесса высокоскоростного холодного обратного выдавливания цилиндрических заготовок с учетом неравномерности их распределения. Данный подход позволяет оптимизировать выбор технологических режимов обработки, что*



*приводит к обеспечению высоких эксплуатационных свойств готовых изделий.*

Основной тенденцией современного развития машиностроительной промышленности являются разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов. При этом особую актуальность приобретают новые подходы к технологии изготовления деталей, направленные на изыскание резервов применяемых способов обработки, установление оптимальных режимов проведения технологических операций. Значительное место среди новых направлений совершенствования действующих технологических процессов занимает обработка металлов давлением, являющаяся высокоэффективным способом изготовления, и, в частности, высокоскоростное холодное выдавливание. Использование высокоскоростного холодного выдавливания для изготовления полых и трубчатых цилиндрических деталей позволяет сократить длительность процесса обработки даже по сравнению с другими видами обработки. Этому способствует наличие теплового эффекта, возникающего вследствие большой передачи энергии от рабочего инструмента к заготовке за малый промежуток времени, что позволяет значительно повысить степень деформации и выполнять деформирование почти без теплообмена, давая возможность получать детали с тонкими стенками за одну операцию. При этом металл успевает полностью деформироваться, прежде чем материал штампа достигнет предела упругости, что снижает погрешность размеров штампуемых деталей.

Следует также отметить, что разработка технологий в настоящее время должна проводиться с минимальными сроками освоения выпуска продукции, что возможно только при использовании современных методов подготовки производства, требующих применения более совершенных математических моделей, описывающих процессы деформирования материалов, и использование достижений вычислительной техники. Поэтому задача, разработки теоретически обоснованных режимов высокоскоростного выдавливания тонкостенных цилиндрических деталей массового производства является актуальной.

Для проведения расчет данного процесса необходимо составить основное энергетическое уравнение, которое характеризует состояние материала при данных условиях обработки. Исходя из баланса мощности внутренних и внешних сил можно составить энергетический функционал [1], который полностью характеризуют состояние деформируемой среды в данных условиях обработки, представляющий собой разность мощностей внутренних и внешних сил, действующих на систему.

Решение строится на основе конечно-элементных методик решения статических задач и разработанного адаптированного программного комплекса *DEFORM-3D<sup>TM</sup> V10.2*. Программа основывается на методе конечных элементов, одном из самых известных, надежных и применяемых в настоящее время численных методов.

Моделирование процесса обратного выдавливания проводилось в среде конечно-элементного пакета со следующими допущениями:

- деформация материала считается холодной (температура читается константой), т.е. сопротивление деформации не зависит от скорости деформации;
- принимаются изотермические условия деформации, т.е. разогрев деформируемого материала, пуансона и матрицы от работы деформации не рассматривается;
- трение на всей поверхности контакта пуансона с металлом подчиняется закону трения Кулона, причем коэффициент трения  $\mu = 0,4$  и постоянен на всей контактной поверхности.

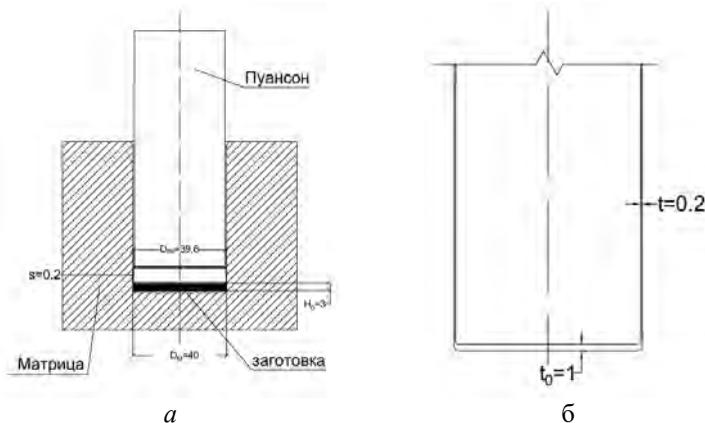


Рис. 1. Схема процесса выдавливания а и получаемая деталь б

Для анализа процессов трехмерной деформации необходимо составить основное энергетическое уравнение, которое характеризует состояние материала при данных условиях обработки. Исходя из баланса мощности внутренних и внешних сил можно составить энергетический функционал [2], который полностью характеризуют состояние деформируемой среды в данных условиях обработки, представляющий собой разность мощностей внутренних и внешних сил, действующих на систему.

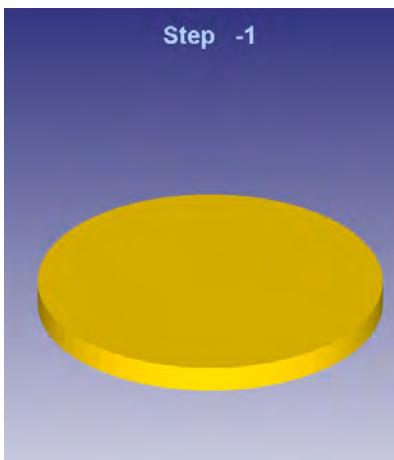


Рис.2. Заготовка в начале процесса



Рис.3. Заготовка в конце процесса

### Расчет силовых параметров высокоскоростного обратного выдавливания

Исходные данные: Параметры заготовки:  $D_0=39,8\text{мм}$ ;  $H_0=3\text{мм}$ . Степень деформаций  $H_F=93\%$ . Инструмент: пуансон  $D_{\text{пн}}=39,6\text{мм}$ ; матрица  $D_{\text{мат}}^{\text{вн}}=40\text{мм}$ . Полученный полуфабрикат:  $t_0=1\text{мм}$ ,  $t=0,2\text{мм}$ ;

Компьютерное изображение заготовки и полученного полуфабриката представлены на рис. 2. и 3. На рис. 4 дана зависимость изменения технологической силы от хода пуансона. Важной характеристикой процессов объемного деформирования является удельная сила, которая в основном определяет стойкость инструмента.

Удельная сила определяется по результатам расчета максимальной технологической силы  $P=1556362,95\text{Н}$ . При этом удельная сила деформирования  $q=P/F_{\text{пн}}=1264,302\text{Мпа}$ .

где  $F_{\text{пн}}$  – площадь поперечного сечения пуансона  
 $F_{\text{пн}}=3,14r^2=1231,01\text{мм}^2$

Расчет напряженно-деформированного состояния

Проведение расчетов по определению энергосиловых параметров процесса выдавливания не дает полного представления о возможностях пластического формоизменения, о качестве получаемых полуфабрикатов. Поэтому необходимо проводить анализ напряженно-деформированного состояния. Разбиваем заготовку на конечные элементы рис. 5. В качестве примера, на рис. 6 представлено распределение значения компонент тензора деформаций в узловых точка в за-

ключительной стадии. Используя кинематические и деформационные характеристики можно определить напряженное состояние, т. е. осуществить расчет напряжений (рис.7).

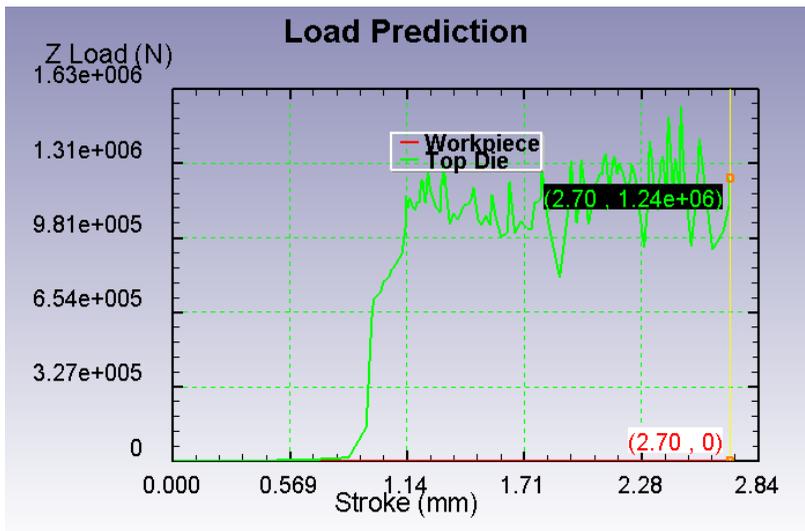


Рис.4. График зависимости силы деформирования от хода пуансона

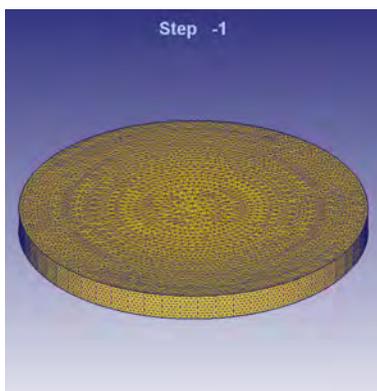


Рис.5. Разбиение заготовка на конечные элементы

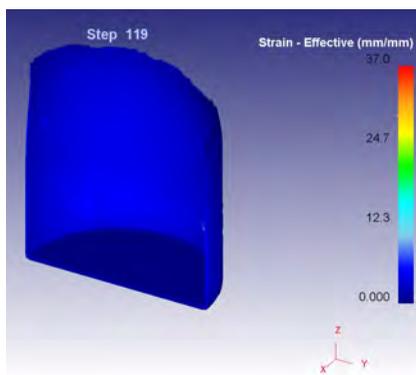


Рис.6. Распределение деформаций в заключительной стадии



Таким образом использование адаптированного программного комплекса *DEFORM-3D<sup>TM</sup> V10.2* позволили определить все параметры, характеризующие силовое и напряженно-деформированное состояние процесса высокоскоростного холодного обратного выдавливания цилиндрических заготовок с учетом неравномерности их распределения. Данный подход позволяет оптимизировать выбор технологических режимов обработки, что приводит к обеспечению высоких эксплуатационных свойств готовых изделий.

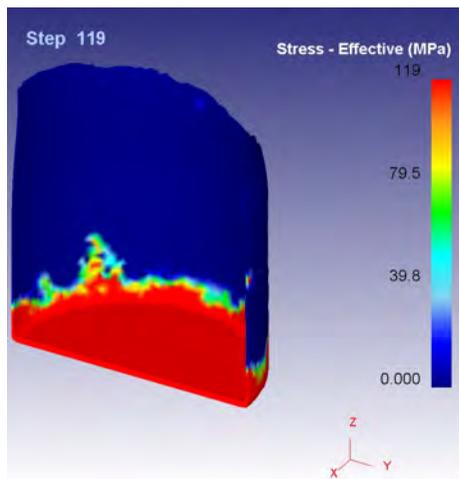


Рис.7. Распределение интенсивности напряжений по объему тела в заключительной стадии.

#### Библиографический список

1. Дмитриев А.М., Воронцов А.Л. Технологияковки и объемной штамповки. Часть 1. Объемная штамповка выдавливанием: Учебник. - М.: Высшая школа, 2002 – 400с.
2. Теория обработки металлов давлением / И.Я. Тарновский, А.А. Поздеев, О.А. Ганаго и др. - М.: Металлургиздат, 1963.- 672 с.



УДК 539.374

## **ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СООТНОШЕНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И ПРОЧНОСТИ ДЕФОРМИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Травин В.Ю.,**

*АО «НПО «Сплав», г.Тула, Россия*

**Тутышкин Н.Д.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассматриваются определяющие соотношения, учитывающие влияние пластической деформации на структурно–механические параметры конструкционных металлических материалов. Определяющие соотношения строятся на основе физической концепции повреждаемости деформируемого материала порами. Рассматривается влияние инвариантных характеристик напряжений и накопленных деформаций на кинетику роста микропор.*

Многие конструкционные материалы испытывают интенсивные нагрузки. Их служебные характеристики определяются механическими и структурными свойствами. Структура деформированных металлических материалов в значительной степени определяет эксплуатационные свойства изделий ответственного назначения, испытывающих интенсивные нагрузки, тепловые удары, высокие скорости деформации. Экспериментальные и производственные испытания показали, что прочностные свойства металлических материалов существенно зависят не только от механических, но и от структурных свойств их материала. Для многих видов разрушения металлов, особенно при скоростном деформировании, установлено, что “силовые” критерии по механическим характеристикам не приводят к удовлетворительному совпадению с экспериментальными данными. Поэтому при решении задач о воздействии интенсивных нагрузок часто необходимо учитывать деструкцию материала и образование макроскопических нарушений сплошности.

Вводится понятие деформируемости, как способности материала воспринимать нагрузки без нарушения сплошности. Для решения вопроса о деформируемости проверяется возможность разрушения металла в наиболее опасных точках тела. Для такой проверки вводится критерий деформационной поврежденности микродефектами.

Установлена необходимость изучения влияния отдельных видов микродефектов деформационного происхождения на эксплуатационные свойства материалов. В этой связи целесообразно исходить из из-



вестных результатов в области физики и механики разрушения и прочности твёрдых тел. Рассматривается связь параметров повреждаемости материалов с некоторыми физико–структурными процессами.

Многие процессы сложного нагружения приводят к существенно неравномерным остаточным деформациям, приводящим к структурной неоднородности и остаточным напряжениям. Структурная неоднородность и остаточные напряжения инициируют образование микротрещин, особенно в направлении значительных градиентов механических характеристик материала и, соответственно, остаточных напряжений. При усталостных, знакопеременных, динамических эксплуатационных нагрузках существенное значение имеют скорость распространения микротрещин и способность материала рассеивать энергию в зоне конца трещин. Умело расставив препятствия (перлит, включения карбидов, стенки из сеток дислокаций) за счёт оптимального выбора технологических параметров обработки, можно в значительной степени уменьшить скорость распространения трещин и, тем самым, повысить прочностные свойства материалов. Внутреннее трение, то есть способность материала необратимо рассеивать энергию механических колебаний, способствует защите микрообъёмов от разрушения. Чем в большем объёме рассеивается механическая энергия, тем труднее переместить конец трещины. Эта связь объясняется тем, что трещина “готовит” в направлении её перемещения к разрушению соседнюю область материала, создавая в ней дефекты кристаллической решётки (поры, субмикротрещины, несплошности), которые присоединяются к магистральной трещине и обеспечивают скачкообразное перемещение её конца.

При высокоскоростном деформировании трещины и поры создаются вновь или на базе трещин Гриффитса. В случае устранения термоупругого механизма начинает действовать значительно менее энергоёмкий “кометный” механизм диссипации энергии. Диссипация начинает происходить в основном за счёт диспергирования вещества по плоскостям скольжения, то есть разрушения. Установлено, что поперечные колебания с большой частотой опаснее продольных, так как они распространяются с большей скоростью. Детальное изучение видов микродефектов выявило сильное влияние микропор на прочность деформируемых материалов. Микроструктурные исследования показали, что разрушение происходит в результате размножения, роста микропор и их объединения в крупные полостные дефекты. Крупные дефекты под действием инициирующих напряжений являются источником зарождения магистральных макротрещин, означающих разрушение материала.

Для оценки динамической прочности материала конструкций вводятся критерии, учитывающие фактор времени:

$$\int \sigma_{kk} \dot{\epsilon}_{kk} dt = a_{np}^{(v)}, \quad (1)$$

или  $\alpha \Lambda_{np} \int \sigma_{kk} \dot{\omega} dt = a_{np}^{(v)} \quad (k=1, 2, 3),$

где  $\sigma_{kk}, \dot{\epsilon}_{kk}$  — линейная свёртка тензора напряжений и скорости деформации, соответственно;  $\dot{\omega}$  — скорость накопления повреждённости (точка означает дифференцирование по времени  $t$ );

$a_{np}^{(v)}$  — предельное значение интегральной функции (удельной работы напряжений на объёмных деформациях), соответствующее моменту макроразрушения;

$\Lambda_{np}$  — предельная деформация;

$\alpha$  — параметр пластического разрыхления деформируемого материала.

Проведённые исследования по вязкому разрушению осесимметрично деформируемых металлических материалов показали определяющее влияние роста и объединения цилиндрических и сферических пустот на прочностные характеристики изделий. В связи с этим возникает вопрос о формулировке критерия микроразрушения, соответствующего образованию крупных полостных дефектов в процессе формирования конструкционных материалов.

Плотность пор и её приращение зависят от их среднего размера (средней площади поры) и количества следующим образом:

$$\bar{F}_n = \frac{F_n}{F} = \frac{f_n N_n}{F} = \bar{f}_n N_n; \quad d\bar{F}_n = \bar{f}_n dN_n + N_n d\bar{f}_n,$$

где  $\bar{f}_n$  — средняя плотность одной поры.

Поэтому характеристика повреждённости за время деформации  $t$

$$v = \int_0^t \frac{\dot{\bar{F}}}{\bar{F}_{np}} dt = \int_0^t \frac{\bar{f}_n \dot{N}_n}{\bar{F}_{np}} dt + \int_0^t \frac{N_n \dot{\bar{f}}_n}{\bar{F}_{np}} dt = v_N + v_f, \quad (1)$$

где  $\dot{\bar{F}}_n, \dot{N}_n, \dot{\bar{f}}_n$  — скорость роста плотности, числа пор, плотности одной поры, соответственно.

Решение интегрального уравнения (1) сопряжено с постановкой системы опытов по экспериментальному определению кинетики роста плотности и числа пор в деформируемых материалах.



В работе получены следующие соотношения для скорости роста изолированной сферической поры радиусом  $R_0$

$$\frac{\dot{R}_0}{R_0} = \frac{3\sigma}{\sigma_i} \dot{\varepsilon}_i \quad \text{— для модельнопористого материала с линейным скоростным упрочнением,} \quad (2)$$

$$\frac{\dot{R}_0}{R_0} = \frac{1}{2} \sinh\left(\frac{3\sigma}{2\sigma_i}\right) \dot{\varepsilon}_i \quad \text{для модельнопористого упругого идеально пластического материала,} \quad (3)$$

где  $\sigma$ ,  $\sigma_i$ ,  $\dot{\varepsilon}_i$  — среднее напряжение, интенсивность напряжений и интенсивность скоростей деформаций.

Зависимости (2) и (3) следуют из рассмотрения напряженно-деформированного состояний модельнопористого материала на макро- и микроуровне. Макронапряжения и макродеформации относятся к так называемому макроэлементу материала, содержащему поры. Микронапряжения и микродеформации относятся к микроэлементу, представляющему собой микроматрицу материала без пор.

Отметим, что при выводе определяющих соотношений (2) и (3) для роста пор не рассматривалось развитие пластической деформации и возможное влияние гидростатического давления на кинетику пористости. Поэтому представляется более обоснованным приращение плотности пор за счёт скорости роста их количества связывать с приращением деформации, а соотношение между скоростями (приращениями) роста числа и размера пор связывать с тензорной функцией напряжений

$$\bar{f}_n \dot{N} dt = \chi_n H dt = \chi_n d\Lambda, \quad (4)$$

$$\zeta = \frac{N_n \dot{f}_n}{\bar{f}_n \dot{N}_n} = \frac{N_n d\bar{f}_n}{\bar{f}_n dN_n} = b_n \exp\left[ a_n I_1(T_\sigma) \frac{\bar{D}_\sigma}{D_\sigma} \right] = b_n \exp(a_n \bar{\sigma}), \quad (5)$$

где  $\chi_n$ ,  $a_n$ ,  $b_n$  — коэффициенты, зависящие от физико-структурных свойств металла и термомеханических параметров процесса деформирования;

$I_1(T_\sigma)$  — линейный инвариант тензора напряжений  $T_\sigma$ ;

$D_\sigma$  — девиатор напряжений;

$\bar{D}_\sigma$  — направляющий девиатор напряжений.

Коэффициенты  $a_n$ ,  $b_n$  рассчитываются по опорными точкам опытной кривой.

Критическая величина плотности пор

$$\bar{F}_n \text{ кр} = \chi_F \Lambda_{np},$$

где  $\chi_F$  — коэффициент, связанный с физико–структурными свойствами материала.



УДК 598.48.54

## **РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИСАДОК НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

**Хакимов А.М.**

*Ташкентский государственный технический университет  
имени И.Каримова, г. Ташкент, Узбекистан*

**Мухамедгалиев Б.А.**

*Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан*

*В работе показаны возможности синтеза новых присадочных материалов к смазкам на основе местных сырьевых ресурсов. Показаны возможности практического применения полимерных присадок.*

Условия работы смазочных масел в современных двигателях и механизмах стали настолько напряженными, что нефтяные масла в чистом виде независимо от качества исходного сырья и методов его переработки не могут обеспечить их нормальную работу [1].

Введение функциональных групп или химических элементов в различные органические соединения, используемые в качестве присадок к маслам, позволяет повысить эффективность действия этих соединений в направлении улучшения тех или иных свойств смазочных масел. Поэтому исследования в области синтеза присадок, содержащих в своем составе различные функциональные группы, имеет важное значение с точки зрения получения многофункциональных присадок к маслам [2].

С целью синтеза депрессорных присадок нами были проведены исследования по введению в молекулу олигомеров  $\alpha, \beta$ -дихлоргидринглицерина фосфорсодержащих фрагментов и разработке технологии получения фосфорсодержащих присадок на основе  $\alpha, \beta$ -дихлоргидринглицерина с фосфорсодержащими соединениями, полученными на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов [3].



Из литературы известно, что изучение закономерностей совместной поликонденсации галоидсодержащих мономеров и фосфорсодержащих соединений привлекает все большее внимание исследователей благодаря возможности создания на их основе олигомеров с заданными свойствами. С другой стороны, изучение кинетики и механизма взаимодействия дигалоидов с вышеуказанными соединениями значительно расширит наши знания в области необратимых поликонденсационных процессов, и мы считаем, что эти исследования способствуют, восполнению имеющийся в этой области пробел. Последнее и предопределило необходимая исследовать поведение фосфорсодержащих соединений, после тщательной очистки в реакциях поликонденсации с дигалоидалкилом, содержащим в своей структуре два отрицательных центра ( $\alpha,\beta$ -дихлоргидринглицерина) с целью получения высокомолекулярных присадок на основе продуктов этих реакций.

Процесс поликонденсации фосфорсодержащего компонента с  $\alpha,\beta$ -дихлоргидринглицеином проводили как в массе, так и в среде различных органических растворителей.

Закономерности поликонденсации фосфорсодержащего компонента (ФСК) с  $\alpha,\beta$ -дихлоргидринглицеином изучали при эквимолярных соотношениях исходных компонентов в интервале температур 333-373К в течение 300 минут. Протекание процесса поликонденсации контролировали потенциометрическим титрованием кислотных групп. Поскольку изменение приведенной вязкости и выделение хлористого натрия являются прямым результатом описываемых процессов, то количественная оценка двух этих факторов и послужила методом определения скорости поликонденсации ДХГ и ФСК.

Как видно из полученных данных зависимость количества выделяемого в результате поликонденсации ДХГ и ФСК хлористого натрия от продолжительности реакции имеет S-образный вид. В период от 60 до 150 мин происходит интенсивное выделение NaCl, характеризующее высокую скорость реакции поликонденсации. Приблизительно через 160-245 мин (в зависимости от температуры) выделение NaCl прекращается, достигая 65-80% от теоретического. Подобная закономерность подтверждается при описании процесса поликонденсации ДХГ:ФСК по изменению приведенной вязкости системы и по результатам значений кислотного числа продуктов поликонденсации.

Данными исследований показано, что скорость реакции поликонденсации зависит от температуры. В изученном интервале температур (343-363К) – наибольшая скорость реакции наблюдается при 363К.

Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов показала, что кинетические кривые наилучшим образом согласуются в координатах  $\frac{1}{1-P} - \tau$  от  $P=0,8$  до окончания реакции. Это позволило сделать заключение, что во всех изученных случаях кинетические данные лучше описываются уравнением второго порядка. На основании температурной зависимости процесса поликонденсации определена его энергия активации, которая составляет 31,9 кДж/моль. Продукты реакции представляют собой очень вязкие неокрашенные либо окрашенные в янтарный цвет жидкости, их физико-химические характеристики и условия поликонденсации приведены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Условия синтеза олигомеров и некоторые свойства полученных фосполиолов (ФСК:ДХГ=1:1,  $\tau=5$  час,  $T=353K$ )**

| Среда    | Выход,<br>% | C,<br>моль/л | Молекулярная<br>масса полио-<br>лов | $n_D^{20}$ | $d_4^{20}$<br>г/см <sup>3</sup> | $\eta_{sp}0,1$<br>КС1 |
|----------|-------------|--------------|-------------------------------------|------------|---------------------------------|-----------------------|
| В массе  | 92,2        | 1,0          | 1865                                | 1,4788     | 1,3184                          | 0,40                  |
| Этанол   | 88,9        | 2,0          | 1980                                | 1,4748     | 1,3071                          | 0,36                  |
| Ацетон   | 74,7        | 1,5          | 1160                                | 1,4738     | 1,3134                          | 0,26                  |
| Иропанол | 85,6        | 2,0          | 1669                                | 1,4746     | 1,3154                          | 0,38                  |

Состав и строение синтезированных фосполиолов установлены элементным анализом и методами ИК-, ПМР-, ЯМР <sup>31</sup>P-спектроскопией.

В ИК-спектрах синтезированных соединений присутствуют полосы поглощения, характерные для валентных колебаний следующих групп: интенсивная полоса поглощения в области 2550-2568 см<sup>-1</sup> соответствует гидроксильным группам, полоса поглощения средней интенсивности в области 2360-2368 см<sup>-1</sup> характерна для Р-Н связей, в области 2548-2556 см<sup>-1</sup> - для групп -СН<sub>2</sub>-, полосы поглощения в области 1370-1350 см<sup>-1</sup> отнесли к группе -Р-О-, а интенсивную полосу поглощения в области 1255-1260 см<sup>-1</sup> к группе Р=О.

В ПМР спектре присутствует сложный сигнал в области 4,70-4,22 м.д. содержащий, судя по интегральной кривой три химических сдвига. Вероятно, мультиплетный сигнал соответствует концевым гидроксиметиленовым группам олигомера, а мультиплетный сигнал в области 3,9-3,75 м.д. внутренним оксифосфатным группам. Протонный сигнал в области 3,61 м.д. соответствует оксигруппе, связанной с фосфором. Присутствующий в таких случаях дублет отследить не



представляется возможным ввиду близко расположенного мультиплетного сигнала. Установлено, что исследуемая реакция протекает в соответствии с кинетическим уравнением второго порядка, таким образом, скорость реакции пропорциональна концентрациям дигидрофосфата натрия (ДГФН) и  $\alpha, \beta$ -дихлогидринглицерина в первой степени.

На основе проведенных экспериментальных исследований нами установлено протекание реакции поликонденсации  $\alpha, \beta$ -дихлогидринглицерина с дигидрофосфатом натрия, полученным на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов, рассчитаны значения энергии активации, некоторые термодинамические параметры самопроизвольного процесса поликонденсации.

В дальнейших исследованиях мы изучали влияние молекулярно-массового распределения разработанной нами присадки на свойства как депрессора к маслам. На гель-хроматограммах разработанной присадки (рис. 3) в некоторых случаях кроме пика основного вещества были обнаружены пик низкомолекулярной фракции- примеси ( $M=500$ ) и пик высокомолекулярной фракции ( $M=1500-20000$ ). Наличие последней, сильно сказывается на значении  $M_w$ , практически не влияя на  $M_n$ , что в итоге приводит к существенному изменению отношения  $M_w/M_n$ .

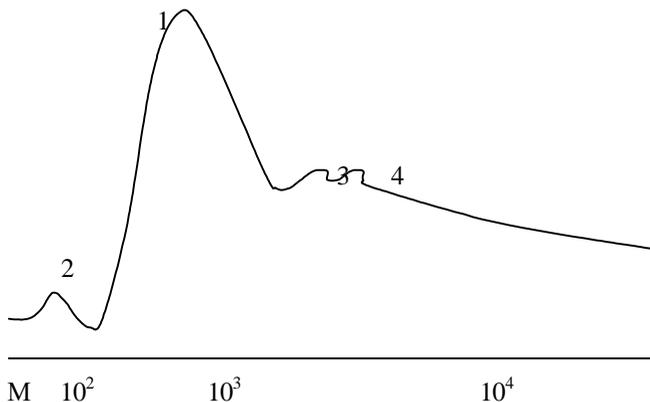
Установлено, что модифицированные разработанными присадками смазки не подвержены синерезису, при этом выявлено, что наполнители (например, графит) также повышают коллоидную стабильность смазок.

Химическую стабильность смазок определяли окислением навески их в бомбе под давлением кислорода (8 атм) при  $100^\circ\text{C}$  или выдерживали навески в специальных кюветах в термостате при повышенной температуре. О стабильности судили по количеству поглощаемого кислорода, во времени и по нарастанию кислотных чисел смазок.

Установлено, что введение разработанных присадок в состав смазок приводит к уменьшению воды, вследствие гидрофильности композиции, что также снижает коррозию металлических частей механизмов.

Кислотность и кислотное число модифицированных разработанными нами присадками смазок определяли по ГОСТ 5985 - 59. Индикатором служил нитрозиновый желтый (дельта) или фенолфталеин. При испытании многих смазок и специальных масел, содержащих окисленные нефтепродукты, кислотные числа, определенные с применением нитрозинового желтого и фенолфталеина, не совпадали.

Вязкость пластичных смазок измеряли на автоматическом капиллярном вискозиметре, так как она определяет возможность их заправки в механизмы запуска машин, а также потери мощности на трение. Особенно важно знать вязкость смазок при низких температурах. При постоянной температуре вязкость изменяется в зависимости от скорости деформации смазок. Обычно в стандартах на смазку регламентируется максимально допустимое значение вязкости при той или иной низкой температуре и скорости деформации.



*Рис.3. Гель-хроматограммы синтезированной присадки на основе реакции сополиконденсации эпихлоргидрина с фосфористой кислотой.*

*1-основное вещество; 2-низкомолекулярная примесь; 3-высокомолекулярная фракция; 4-пик в области эксклюзии.*

Предел прочности на сдвиг это минимальное напряжение сдвига, вызывающее разрушение структурного каркаса пластичной смазки и переход ее к вязкому течению. Этот показатель измеряли на капиллярном пластометре К2.

С целью производства более качественных товарных масел на Алты-Арыкском производстве Ферганского нефтеперерабатывающего завода была отработана технология производства смазочных материалов, модифицированных разработанными присадками. Работа по производству модифицированных масел и солидола осуществлялась в химической лаборатории (ХЛ-1) Алты-Арыкского производства ФНПЗ.

Модифицированные промышленными и разработанными присадками масла имели следующие характеристики (табл.2).

Установлено, что физико-химические характеристики модифицированных присадками масел зависят от структуры углеводородов,



входящих в их состав. Они определены методом ИК-спектроскопии, результаты которого свидетельствуют о том, что в составе дизельного топлива имеются ненасыщенные парафиновые соединения, что объясняет низкую плотность и вязкость данного дизельного топлива.

**Таблица 2**  
**Основные физико-химические свойства индустриального масла общего назначения (ГОСТ 20799-79)**

| № п.п. | Показатели  | Присадка Ферад    | Присадка ЭФО | ФСП-1       | ФСП-2 |
|--------|---|-------------------|--------------|-------------|-------|
| 1.     | Плотность, г/см <sup>3</sup>                              | 0,89              | 0,87         | 0,900       | 0,905 |
| 2.     | Кинематическая вязкость при 50°С, Ст. (м <sup>2</sup> /с) | 4-5               | 7            | 6-8         | 12-14 |
| 3.     | Температура застывания, °С                                | -20               | -18          | -24         | -30   |
| 4.     | Температура вспышки (открытый тигель), °С                 | 120               | 118          | 142         | 154   |
| 5.     | Коксуемость, %(масс)                                      | 0,04              | 0,06         | -           | -     |
| 6.     | Зольность, %(масс)  | 0,05              | 0,008        | 0,003       | 0,002 |
| 7.     | Кислотное число, мг КОН/мг                                | 0,05              | 0,05         | 0,04        | 0,02  |
| 8.     | Испытание на термостабильность и коррозию                 | Слабо выдерживает |              | Выдерживает |       |

**Примечание:** *ФСП-1-присадка на основе эпихлоргидрина с ФК, ФСП-2 присадка на основе  $\alpha, \beta$ -дихлоргидринглицерина с ФК.*

**Таблица 3**  
**Физико-химические свойства дизельного топлива**

| Дизельное топливо, фракционированное при температурах, К | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Кинематическая вязкость при 293К, мм/с | Динамическая Вязкость при 293К, мПа с |
|--|------------------------------|--|---------------------------------------|
| 453  | 0,822                        | 6,20                                   | 5,36                                  |
| 523  | 0,829                        | 5,64                                   | 4,28                                  |
| 623  | 0,852                        | 5,14                                   | 3,85                                  |

Нами выявлено, что по показателям плотности, кинематической и динамической вязкости модифицированные топлива соответствуют требованиям ГОСТ (табл.3). Установлено, что при работе в механической трансмиссии (в коробке передач, в ведущем мосте) модифици-

рованные разработанными присадками индустриальные масла проявляют все качества, присущие трансмиссионным маслам, отвечающим современным требованиям.

Вместе с тем они обеспечивают также работу гидромеханических коробок передач без вибрации, проскальзывания и заедания дисков сцепления. Последнее, является существенным преимуществом фосфорсодержащих присадок перед промышленными присадками марки «Ферад» и ЭФО.

Таким образом, нами разработаны новые полифункциональные фосфополиолы, которые могут быть применены в качестве присадки к горючесмазочным материалам. Поскольку, применяемые в настоящее время в промышленности присадки завозятся из-зарубежа, они труднодоступны, токсичны и дороги.

#### **Библиографический список**

1. Черножуков С.Н. Присадки и смазки. М.Химия.1999 г.
2. Спицын А.Д.,Санин И.К. Присадочные материалы.М.Химия.1998 г.
3. Махманов Д.М. Автореф.канд.технич.наук. Т.ТХТИ.2011г.с.23.



УДК 622.02:531

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ НА УПРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЛА В СОСТОЯНИИ МАКСИМАЛЬНОГО ВОДОНАСЫЩЕНИЯ**

**Ермолович Е.А., Овчинников А.В.**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г.Белгород, Россия*

*Представлены результаты экспериментальных исследований влияния теплового поля (-30, -20, -10, 0, +10, +20, +30 и +40 ±2 °С) на изменение модуля упругости и коэффициента Пуассона образцов мела в состоянии полной влагоемкости. Относительные изменения упругих характеристик мела от температуры аппроксимируются полиномиальными функциями второго порядка с достоверностью 0,92-0,95.*

Воздействие естественных температур на горные породы изменяет их физико-механические характеристики, от которых зависит основной процесс горного производства – разрушение горных пород [1,2].



Мел является широко используемым полезным ископаемым, и наиболее крупные месторождения качественного мела сосредоточены в Белгородской области. Для данной полускальной горной породы характерна повышенная трещиноватость, малая прочность, высокая пористость и значительная влагоемкость [3].

Меловые массивы района месторождений Курской магнитной аномалии (КМА) содержат водоносный горизонт и перекрываются палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными отложениями мощностью от 2 до 15 и более метров, в которых часто также имеется водоносный горизонт типа верховодки. Поэтому мел района КМА часто представлен более влажными разностями, нежели в других регионах [4]. Кроме этого, в карьерах по добыче мела имеют место, как явления высушивания, так и дополнительного увлажнения за счет атмосферных осадков. Естественная влажность мела в значительной степени зависит от времени года, а в осенне-зимний период она максимальна и может достигать 30 % и более [5], что близко к состоянию полной влагоемкости.

В зимний период влажный мел, замерзая, резко увеличивает свою прочность, и это приближает мерзлую породу по свойствам к скальной с известными отрицательными последствиями при ее разработке, поэтому изучение характера изменения характеристик мела при различном температурном воздействии является актуальной задачей.

Целью данной работы является исследование влияния температуры на модуль упругости и коэффициент Пуассона образцов мела с естественными структурными связями при полной влагоемкости.

Для проведения данных исследований в карьере по добыче мела месторождения «Зелёная Поляна» г. Белгорода, отобраны монолиты (глыбы) мела с ненарушенной структурой и естественной влажностью.

В связи с тем, что мел довольно легко режется ножом, образцы для лабораторных испытаний изготавливались ручным способом [2]. Ориентированные глыбы мела распиливались на заготовки для последующего вырезания из них образцов цилиндрической формы, в соответствии с ГОСТ [6].

Подготовка образцов с полной влагоемкостью проводилась в соответствии с методикой по определению водопоглощения и водонасыщения скальных и полускальных пород [7].

Образцы мела в максимально водонасыщенном состоянии подвергались воздействию температур, которые характерны для района разработки в условиях Белгородской области. Испытания проведены при следующих значениях температур: -30, -20, -10, 0, +10, +20, +30 и +40  $\pm 2$  °С. Для этого использовалась камера тепла и холода (КТХ), ко-

торая предназначена для получения и поддержания внутри рабочей камеры стабильной температуры от -50 до +60 °С ( $\pm 2$  °С).

Упругие параметры определены с помощью автоматизированной установки одноосного сжатия ГТ 0.5.1 производства ООО «НПП ГЕОТЕК», которая позволяет регистрировать осевые и поперечные деформации образца. Испытания проводились в кинематическом режиме нагружения со скоростью 2 мм/мин. Обработка результатов одноосных испытаний проводилась с помощью программы «АСИС Report».

По результатам одноосных испытаний определялся касательный модуль упругости на уровне напряжений до 30–50 % от предельной прочности [8]. На графиках  $\sigma=f(\epsilon)$  «относительная вертикальная деформация – вертикальное давление» в начальной части кривой с весьма малым уровнем деформации выбирался прямолинейный участок, к которому проводилась касательная прямая.

Коэффициент Пуассона также определялся при уровне нагрузки, составляющей 30–50 % от разрушающей. На графике  $\epsilon_2=f(\epsilon_1)$  «относительная радиальная деформация – вертикальное давление» в начальной части кривой выбирался прямолинейный участок, соответствующий началу расширения образца, к которому проводилась касательная прямая.

При каждом значении температуры испытано не менее трех образцов. Всего испытано 24 образца мела.

Полученные результаты испытаний представлены в таблице.

**Таблица.**

**Изменение физико-механических характеристик образцов мела при полной влагоемкости под влиянием теплового поля**

| Температура, °С | Плотность образцов после КТХ, г/см <sup>3</sup> | Влажность образцов после КТХ, % | Модуль упругости, МПа | Коэффициент Пуассона, доли ед. |
|-----------------|---|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| -30             | 1,85  | 35,19                           | 741,85                | 0,20                           |
| -20             | 1,86  | 34,83                           | 581,02                | 0,26                           |
| -10             | 1,85  | 34,79                           | 501,18                | 0,29                           |
| 0               | 1,86  | 36,13                           | 366,97                | 0,29                           |
| +10             | 1,87  | 36,07                           | 267,54                | 0,31                           |
| +20             | 1,87  | 36,13                           | 264,07                | 0,32                           |
| +30             | 1,86  | 35,23                           | 449,24                | 0,31                           |
| +40             | 1,84  | 34,10                           | 478,94                | 0,31                           |



Установлено, что тепловое поле оказывает значительное влияние на изменение упругих параметров мела в водонасыщенном состоянии. При температуре +20 °С модуль упругости составил 264,07 МПа. Понижение температуры до 0 °С приводит к его увеличению на 39 %. Отрицательные температуры формируют в породе криогенные структурные связи, что увеличивает модуль упругости на 180 %.

Коэффициент Пуассона мела при температуре +20 °С равен 0,32. При температуре 0 °С, его величина уменьшается на 10 %, а при промерзании происходит более значительное его уменьшение: при температуре -20 °С на 20 %, а при температуре -30 °С на 40 %.

Повышенные положительные температуры +30 и +40 °С приводят к уменьшению влажности образцов вследствие их высушивания, что приводит к увеличению модуля упругости на 80 % и к уменьшению коэффициента Пуассона на 3 %.

Относительные изменения модуля упругости и коэффициента Пуассона образцов мела от температуры аппроксимируются полиномиальными функциями второго порядка с достоверностями  $R^2=0,92$  и  $0,95$  соответственно:

$$\Delta E = 0,0666T^2 - 1,7363T + 96,423 \quad (1)$$

$$\Delta \mu = -0,0136T^2 + 0,5899T + 103,42 \quad (2)$$

где  $\Delta E$  – относительное изменение модуля упругости образца, %;

$\Delta \mu$  – относительное изменение коэффициента Пуассона образца, %;

$T$  – температура, °С.

Графики зависимости приведены на рисунках 1, 2.

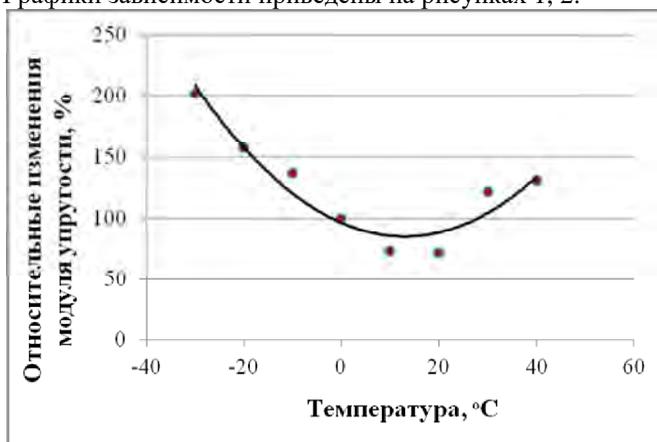
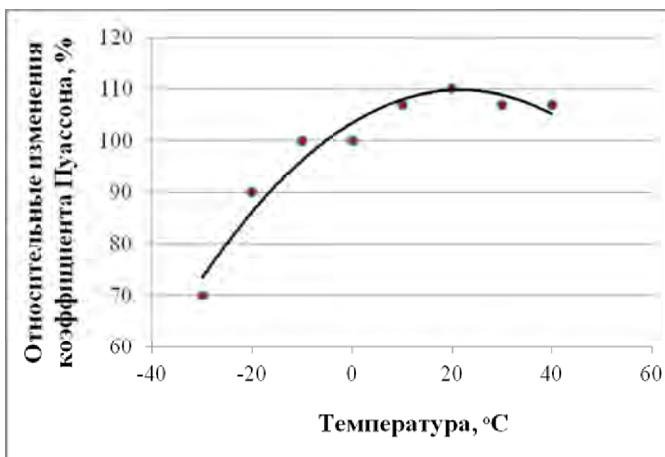


Рис. 1. График зависимости относительных изменений модуля упругости образцов мела от температуры



**Рис. 2. График зависимости относительных изменений коэффициента Пуассона образцов мела от температуры**

Полученные зависимости позволят прогнозировать поведение мела ненарушенной структуры с высокими значениями влажности при воздействии естественного теплового поля в природном диапазоне температур от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и учитывать динамику изменения других характеристик при его разработке.

**Библиографический список:**

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы [Текст] : учебник для вузов. – М. : Недра, 1985. – 509 с.
2. Ермолович Е.А., Овчинников А.В. Влияние температуры на физико-механические характеристики мела /Е.А. Ермолович, О.В. Овчинников // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Горная книга, 2017. № 2. С. 52-61.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология [Текст]. – М. : МГУ, 1982. – 248 с.
4. Горькова И.М., Душкина Н.А., Окнина Н.А., Рябичева К.Н., Сафохина И.А., Чепик В.Ф. Природа прочности и деформационные особенности мела и некоторых мелоподобных пород [Текст] / Труды лаборатории гидротехнических проблем им. Ф.П. Саваренского. – М. : АН СССР, 1962. – Т. XLIV. – 132 с.
5. Иванов Н. С. Производство и потребление мела [Текст] / Н. С. Иванов, Н. Ф. Мясников. – Белгород : Полиграф-интерн, 2000. – 264 с.
6. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 15 с.
7. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований: учебное пособие для вузов [Текст]. – Л. : Недра, 1990. – 328 с.
8. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов с комментариями к ГОСТ 12248-2010 [Текст]. – М. : ООО «Прондо», 2014. – 812 с.





УДК 539.3: 539.4

## УРАВНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАГЛУБЛЕННОГО В ГРУНТ ТРУБОПРОВОДА В ЗОНАХ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ

**Баширзаде С.Р.**

*Саратовский государственный технический университет  
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

*В статье рассмотрены различные расчетные схемы, на которых происходит разделение грунта в зоне активного тектонического разлома. Модель трубопровода принята в виде балки круглого поперечного сечения. Материал трубопровода сплошной изотропный.*

В зонах активных тектонических разломов (АТР) достоверно предсказать момент начала подвижки грунта, а также скорость смещения плит тектонического разлома не предоставляется возможным, но для оценки опасности воздействия АТР на трубопровод важно иметь информацию о влиянии скорости смещения плит разлома на напряженно-деформированное состояние (НДС) трубопровода.

В зависимости от вида смещения поверхностного слоя грунта в зоне АТР могут быть реализованы либо горизонтальные подвижки – сдвиги, либо вертикальные – сбросы. Трубопровод, перемещаясь вместе с присоединенной массой грунта в зоне АТР, одновременно, будучи заделанным в грунт, сопротивляется перемещению. При этом трубопровод и грунт смещаются друг относительно друга и в результате возникают дополнительные нагрузки, действующие на трубопровод.

Для оценки влияния подвижки грунта на НДС трубопровода рассмотрим расчетные схемы, на которых массив грунта в зоне АТР разделяется на две части (полупространства), причем одна из частей смещается на величину  $\Delta$  (рис.1, 2). При этом участок трубопровода в правой части подвергается смещению из-за подвижки грунта, а в левой части перемещается и деформируется из-за цельности трубопровода.

Сначала рассмотрим модель трубопровода в виде балки круглого поперечного сечения. Материал трубопровода сплошной изотропный. Полагаем, что прогибы (перемещения) малы, справедлива гипотез плоских сечений (т.е. полагаем, что при деформации трубопровода сечения перемещаются вдоль оси трубопровода и поворачиваются, оставаясь при этом плоскими).

В силу малости деформаций и отсутствия кручения полагаем, что касательными напряжениями и сдвиговыми деформациями от дей-

ствия перерезывающих сил и крутящих моментов можно пренебречь [1].

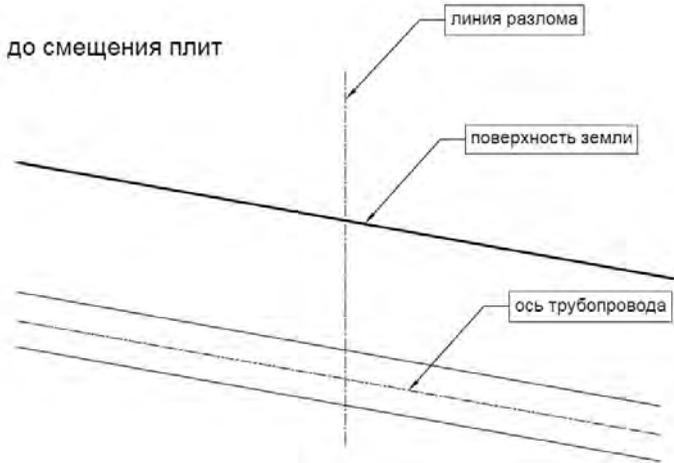


Рис. 1. Положение трубопровода до смещения плит в зоне активных тектонических разломов

Рассмотрим равновесие бесконечно малого элемента трубопровода длиной  $dx$  под действием внешних сил и внутренних усилий.

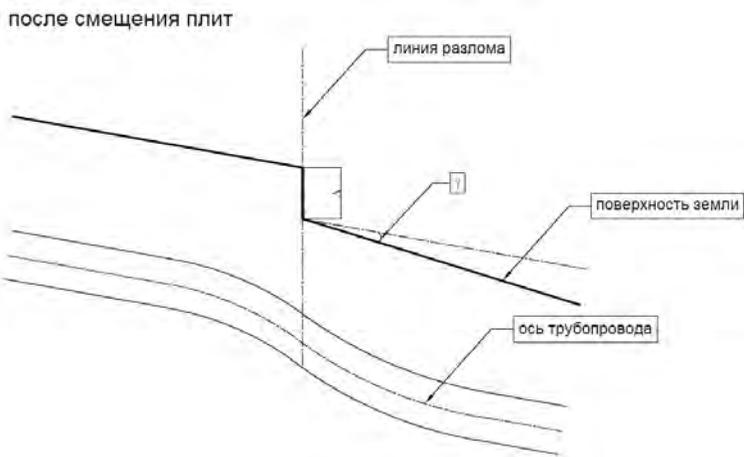


Рис. 2. Положение трубопровода после смещения плит в зоне активных тектонических разломов

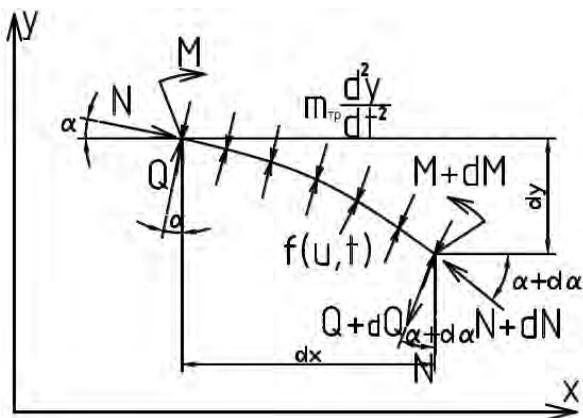


Рис. 3. Элемент трубопровода, находящийся в состоянии равновесия

Составляя сумму проекций всех факторов на ось  $y$ , запишем:  
 $-N \cdot \sin \alpha + (N + dN) \cdot \sin(\alpha + d\alpha) + Q \cdot \cos \alpha - (Q + dQ) \cdot \cos(\alpha + d\alpha) + f \cdot dx \cdot \cos\left(\alpha + \frac{d\alpha}{2}\right) - m_{\text{трп}} \cdot dx \cdot \frac{d^2y}{dt^2} + c_{\text{трп}} \cdot dx \cdot \frac{dy}{dt} = 0$  (1)

где

$N$  – продольная сила, Н;

$Q$  – поперечная сила, Н;

$f$  – суммарная внешняя нагрузка поперек оси трубопровода, Н;

$c_{\text{трп}}$  – коэффициент демпфирования трубопровода, Па·с;

$m_{\text{трп}}$  – погонная масса трубопровода, кг · м<sup>-1</sup>;

Значение  $\alpha$  мало, следовательно,

$$\cos \alpha \approx 1;$$

$$\cos(\alpha + d\alpha) \approx 1;$$

$$\cos\left(\alpha + \frac{d\alpha}{2}\right) \approx 1;$$

$$\sin \alpha \approx \alpha;$$

$$\sin(\alpha + d\alpha) \approx \alpha + d\alpha;$$

$$-N \cdot \alpha + N \cdot \alpha + dN \cdot \alpha + N \cdot d\alpha + dN \cdot d\alpha + Q - Q - dQ + f \cdot dx - m_{\text{трп}} \cdot dx \cdot \frac{d^2y}{dt^2} + c_{\text{трп}} \cdot dx \cdot \frac{dy}{dt} = 0$$
 (2)

Запишем связь перемещения и деформаций через геометрическую группу уравнений:

$$\frac{dy}{dx} = \tan \alpha \approx \alpha ;$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} \cdot \frac{\partial y}{\partial x} + N \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial y}{\partial x} \right) - \partial Q + f \cdot \partial x - m_{тр} \cdot \partial x \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + c_{тр} \cdot \partial x \cdot \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial x} \cdot \frac{\partial y}{\partial x} + N \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \frac{\partial Q}{\partial x} + f - m_{тр} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + c_{тр} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( N \frac{\partial y}{\partial x} \right) - f = c_{тр} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} - m_{тр} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (3)$$

Запишем сумму моментов всех действующих на элемент трубопровода сил:

$$-M + M + \partial M - Q \cdot \partial x + m_{тр} \cdot \partial x \cdot \frac{\partial x}{2} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - f \cdot \partial x \cdot \frac{\partial x}{2} - N \cdot \sin \alpha \cdot \partial y = 0 \quad (4)$$

Пренебрегая величинами второго порядка малости, можем записать:

$$-M + M + \partial M - Q \cdot \partial x = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial M}{\partial x} = Q \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} = \frac{\partial Q}{\partial x} \quad (7)$$

$$M = \int_F \sigma \cdot y \cdot \partial F \quad (8)$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x}$$

Исходя из принятой гипотезы плоских сечений и учитывая, что прогибы малы по сравнению с длиной, примем:

$$M = E \cdot J \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad (9)$$

где



$E$  – модуль упругости стали, Па;

$J$  – момент инерции трубы,  $\text{м}^4$ .

$$\frac{\partial M}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E \cdot J \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( E \cdot J \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) \quad (11)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left( N \frac{\partial y}{\partial x} \right) - f = c_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} - m_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (12)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( N \frac{\partial y}{\partial x} \right) + f + c_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} - m_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (13)$$

$$\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} = \frac{\partial Q}{\partial x} \quad (14)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( E \cdot J \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left( N \frac{\partial y}{\partial x} \right) + f + c_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} - m_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (15)$$

Принимая жесткость трубопровода и величину продольной силы неизменной, получим:

$$f = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( E \cdot J \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left( N \frac{\partial y}{\partial x} \right) - c_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} + m_{\text{тр}} \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (16)$$

#### Библиографический список

1. Айнбиндер, А.Б. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость/ А.Б. Айнбиндер. – Москва: Недра, 1991. - 288 с.



## **ЭНЕРГЕТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

УДК 697.6

### **ОСОБЕННОСТИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МИКРОРАЙОННЫХ СЕТЯХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**Соколова С.С., Ксенофонтов С.М.**

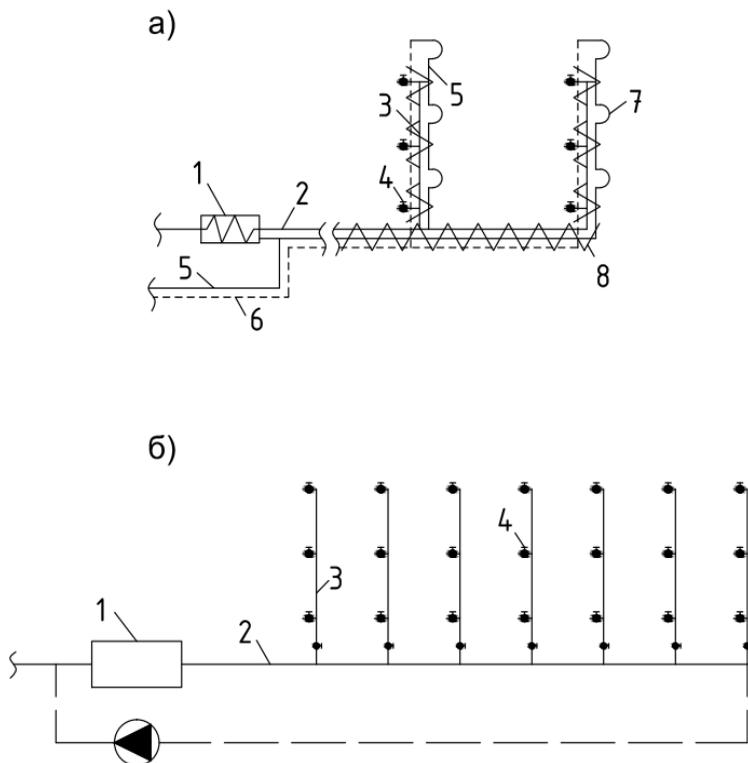
*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Рассмотрены характеристики работы систем горячего водоснабжения при различных режимах их функционирования, указаны факторы и математические зависимости, обеспечивающие рациональную и экономичную работу секционных узлов ГВС*

В настоящее время для отдельных малоэтажных зданиях проектируются системы горячего водоснабжения (ГВС) с индивидуальными циркуляционными стояками. Такие схемы систем ГВС могут удовлетворительно обслуживать одно здание или несколько небольших зданий. В отдельных случаях в проектируемых системах полотенцесушители предусматриваются как на водоразборных, так и на циркуляционных стояках. Использование таких схем приводит к серьезным проблемам при эксплуатации систем ГВС, так как это приводит к нарушению потокораспределения в режимах водоразбора и циркуляции.

Наибольшее распространение получили системы горячего водоснабжения, имеющие циркуляцию по подающим и циркуляционным трубопроводам и стоякам (рис. 1а,б).

Для открытых систем горячего водоснабжения от автономных источников приготовления горячей воды с большой протяженностью трубопроводов, обеспечивающих водоснабжение целых городских микрорайонов с большим числом циркуляционных колец, сопротивления которых отличаются друг от друга, добиться равномерного распределения циркуляции по стоякам крайне затруднительно.

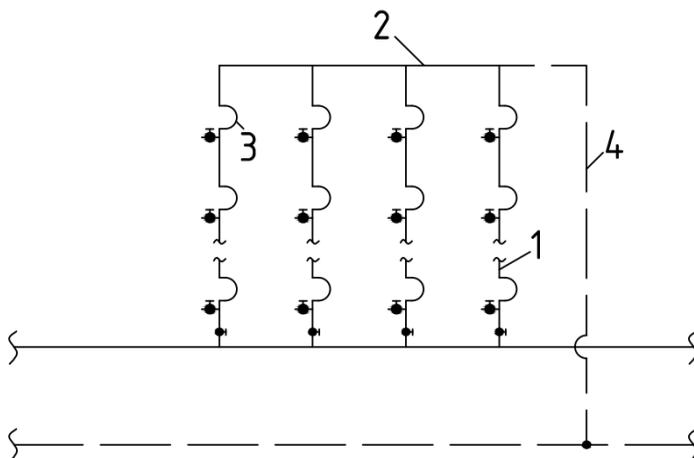


**Рис. 1. Квартальные системы горячего водоснабжения: а) тупиковая; б) с циркуляцией по разводящим трубопроводам и с тупиковыми стояками;**

1-водонагреватель; 2 – подающий трубопровод; 3 – водоразборный стояк; 4 – водоразборная арматура; 5 – подающий трубопровод системы отопления ванных комнат; 6 – циркуляционный трубопровод системы отопления; 7 – полотенцесушитель; 8 – тепловая изоляция.

Рациональным и эффективным решением этой задачи являются секционные водоразборные узлы с высоким сопротивлением циркуляционных стояков (рис.2). Секционные узлы ГВС позволяют уменьшить количество циркуляционных колец в системе ГВС микрорайона, так как несколько подающих стояков одного узла присоединяются параллельно к одному циркуляционному стояку и представляет собой одно кольцо в общей системе. Уменьшение количества циркуляционных колец при одновременном повышении их гидравлического сопротивления решает сложную задачу равномерного распределения

циркуляции по стоякам и обеспечивает достаточную прогреваемость трубопроводов системы ГВС при одновременном сокращении объема пуско-наладочных работ.



**Рис. 2. Секционный узел системы горячего водоснабжения с циркуляционным стояком:**  
1 – водоразборный стояк; 2 – кольцевая перемычка; 3 – полотенцесушитель; 4 – циркуляционный стояк.

При рассмотрении вопроса о потокораспределении в кольцевых сетях горячего водоснабжения микрорайонов и секционных узлах представляется целесообразным вначале установить распределение потерь давления для простейшей системы — водоразборного стояка горячего водоснабжения, закольцованного с циркуляционным стояком.

Расход воды через водоразборную арматуру, который зависит от гидравлических характеристик, технических характеристик санитарных приборов, напоров в сетях водопровода, этажности зданий, заселенности квартир и других факторов, не позволяет разработать адекватное аналитическое описание режимов работы водоразборной арматуры, поэтому для решения сформулированных задач фактический режим заменяется идеализированным, при котором расход воды через водоразборную арматуру рассматривается как величина постоянная. При этом множество возможных расходов воды через водоразборную арматуру заменяется единой величиной — расчетным расходом для каждого данного типа водоразборных приборов [1].



Расчетные расходы воды в системах в соответствии с требованиями [1] определяются по вероятностной методике, которая использует в качестве расчетных средние показатели, такие как математическое ожидание расхода воды в час наибольшего водопотребления, которые соответствуют нормативным расходам воды за некоторый интервал времени.

Потери напора также являются случайной величиной [2], их также следует определять с использованием методов теории вероятностей. При этом возникает целый ряд проблем, таких как, например, определение средних потерь давления, которые связаны как со средней величиной расхода, так и со схемой приложения этого расхода. Вероятностная схема водоразбора в системе приводит к появлению равных по величине потерь напора при различных величинах водоразбора.

Определение средних потерь давления посредством перебора всех возможных вариантов представляет собой задачу, требующую достаточно большого объема вычислений, особенно, если это касается секционных узлов и систем горячего водоснабжения зданий и микрорайонов [3].

Средние потери давления в отдельном водоразборном стояке при одной возникающей точке разбора воды приходятся условно на середину водоразборного стояка. Если к водоразборному стояку приложить  $n$  точек отбора воды, то средние потери давления проявляются при делении стояка точками на равные части.

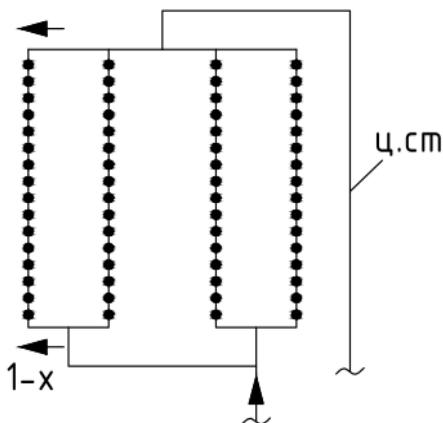
Дальнейшее упрощение математической модели водоразбора может быть осуществлено при сведении всех точек отбора воды в одну условную точку. Ее координаты должны удовлетворять следующим условиям:

– сосредоточенный водоразбор должен быть равен сумме рассредоточенных расходов по стояку

– потери давления по стояку до точки приложения сосредоточенного водоразбора должны соответствовать средним потерям давления по стояку при рассредоточенном водоразборе.

Определение диаметров стояков, объединенных в водоразборный узел, необходимо производить исходя из того, что по теории вероятности число приборов, объединенных в узел в период максимального водоразбора, будет меньше, чем количество приборов, функционирующих на одном водоразборном стояке в этот период, умноженном на число стояков в узле. Это приводит к тому, что в момент появления расчетного расхода в одном водоразборном стояке остальные будут обеспечивать меньший расход. Наиболее загруженный сто-

как будет обеспечиваться водой с двух сторон по кольцу пере­мычке. Величина расхода воды по кольцу пере­мычке зависит от схемы секционного узла, количества закольцованных стояков и прочих случайных факторов, таких как величина расхода в узле, места расположения точек отбора воды и т.д.



*Рис. 3. Расчётная схема секционного узла системы водоснабжения. Точками показаны места возможного включения водоразборных стояков; Ц.СТ – циркуляционный стояк.*

В качестве иллюстрации к сказанному выполнен расчет потоко­распределения в водоразборном узле 16-этажного дома, состоящем из четырех закольцованных водоразборных стояков (рис.3). Точки вклю­чения водоразборных приборов и расходы воды в них принимались случайными величинами. Расходы воды приборами менялись между тремя номинальными нагрузками (мойка, умывальник и ванна) с оди­наковой вероятностью. Водоразборные приборы отбирали воду до тех пор, пока сумма всех расходов не устанавливалась равной общему расходу в узле. Потокораспределение рассматривалось для различных расходов воды в узле. Для исключения остаточного циркуляционного расхода исходили из предположения, что циркуляция отсутствует. Были выявлены некоторые закономерности работы секционных узлов.

Из графика, изображённого на рис.4, следует, что расчетный расход воды в водоразборном стояке узла появляется с различной ве­роятностью при различных расходах на водоразбор в узле. При расхо­де воды в узле, составляющем половину расчетного расхода, вероятность появления расчетного расхода в стояке узла составляет



0,25, а при расходах в узле 0,8 расчетного и более в одном из стояков обязательно появится расчётный расход воды. Расчетный расход в одном из стояков секционного узла при различном водоразборе в узле приводит к возникновению случайного потокораспределения в этом стояке. Чем меньше водоразбор в узле, тем больший расход воды поступает в стояк из кольцующей перемычки. При этом оказывает влияние также и положение расчетного водоразбора в стояке — чем выше находится точка отбора воды из стояка, тем меньше величина расхода воды поступает в стояк снизу.

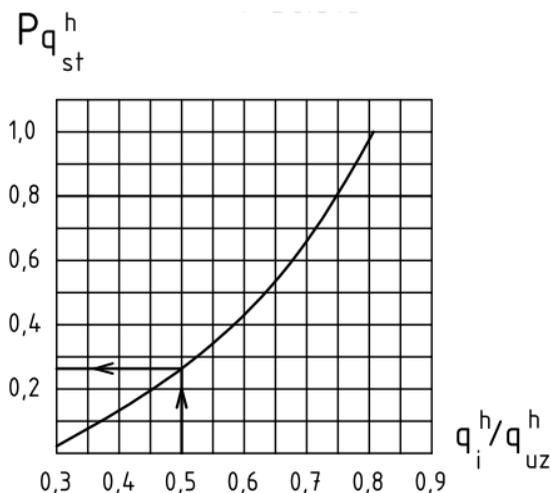


Рис. 4. Вероятность появления расчётного расхода в стояке при различных уровнях расхода в секционном узле.

Для наиболее полного описания влияния перечисленных факторов можно использовать зависимость математического ожидания расхода  $(1-x) q_{st}^h$  от величины расхода воды в узле. Вероятность появления величины  $(1-x)$  при расчетном расходе в стояке является условной вероятностью по отношению к расходу в целом в узле.

График функции регрессии величины  $(1-x)$  от величины расчетного расхода в узле представлен на рис.5. Из этого графика следует, что при расходе воды в секционном узле, равном по величине расходу воды в стояке, поступление воды в этот стояк происходит равными количествами снизу и сверху. Это состояние приводит к наличию в водоразборном узле отдельного стояка без водоразбора.

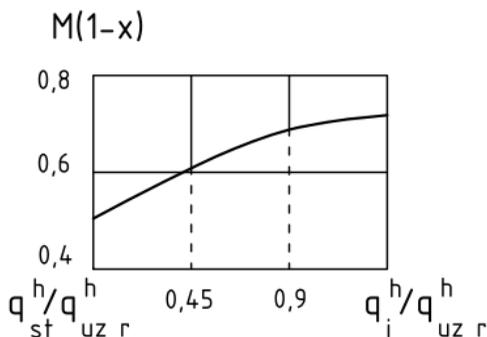


Рис. 5. Зависимость величины подачи воды в стояк снизу при расчётном расходе в нем от уровня водоразбора в узле

При увеличении отбора воды в других стояках узла, это равновесие нарушается и доля расхода, поступающая в расчетный стояк снизу  $(1-x)$ , увеличивается. При достижении расходом в узле расчётного значения величина  $M(1-x)=0,7$ . Эта предельная величина  $(1-x)=0,7$  проявляется с различной вероятностью при всех уровнях водоразбора в секционном узле. Обеспеченность расчетных расходов принимается  $(1-P)=99,7\%$ . Расход  $(1-x)$  принимается с такой же обеспеченностью. Анализ данных расчета показывает, что при такой обеспеченности величина  $(1-x)=0,7$ .

На основании вышеизложенного можно сформулировать следующие выводы:

- выбор диаметров подающих стояков горячего водоснабжения в водоразборных узлах при отсутствии холостых стояков следует производить по расходу в этих стояках, равному величине 0,7 от расчетного;

- при наличии в водоразборных узлах холостых стояков малого гидравлического сопротивления выбор диаметров водоразборных стояков следует производить по расходу в них, равному 0,5 от расчетного расхода .

#### Библиографический список

1. СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий» М.: Минстрой России, 2016. - 100с.
2. Соколова С.С. Основные направления оптимизации теплоэнергетических систем зданий и их развитие / С.С.Соколова // Известия ТулГУ. Сер.: Материаловедение. – Тула, 2003. – С.163-166.



3. Подколзин А.А., Ковалев Р.А., Соколова С.С. Горячее водоснабжение при реновации территорий городских микрорайонов (проектирование и расчет) (монография) Тула.: Изд-во ТулГУ, 2016. – 190 с



УДК 697.6

## ОБ УЧЁТЕ ЛИМИТИРУЮЩЕГО ФАКТОРА В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Соколова С.С., Акульшин Н.М.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

*Рассматриваются вопросы лимитирования отпуска теплоты при возникновении аварийных ситуаций на тепловых сетях, определяются параметры и факторы, обеспечивающие требуемый коэффициент лимитирования теплоснабжения для жилых и общественных зданий*

При возникновении отказов на тепловых сетях верхнего иерархического уровня при их резервировании или дублировании отдельными участками возникают гидравлические аварийные ситуации и потребители, не отключенные от тепловой сети, получают пониженное количество теплоносителя. При этом, если сеть неуправляемая и не имеет транспортного резерва, то ближайшие потребители будут получать достаточное количество теплоносителя, близкое к расчетному, а удаленные, в результате отключения из работы отказавшего элемента, могут полностью не обеспечиваться теплоносителем, т.е. попадают в отказовое состояние, не являясь отключенными от тепловой сети. Поэтому сеть должна быть управляемой и потребители должны получать гарантированный и заранее обоснованный лимит теплоты [1].

Управляемой в аварийных ситуациях считается такая система, структура которой с помощью соответствующих переключений подачи теплоты на абонентском вводе или с помощью телеуправления позволяет установить лимитированную подачу теплоносителя всем взаимно резервируемым потребителям. В таком случае каждый потребитель получит полагающееся ему количество теплоты.

При иерархическом построении системы теплоснабжения при соединении верхнего и нижнего уровней сетей достаточно мощными районными тепловыми пунктами (30 – 50 МВт) управляемость сети достигается намного проще. Если сети не имеют иерархического по-

строения, то аварийные гидравлические режимы приходится рассчитывать на большие расходы теплоносителя и дополнительные капиталовложения в их функционирование существенно возрастают. При этом, если оборудовать все абонентские вводы автоматическими регуляторами расхода, то резерв пропускной способности тепловой сети придется рассчитывать на полный пропуск теплоносителя, что приведет к увеличению дополнительных металлозатрат в сеть в несколько раз.

Для обеспечения лимитированного теплоснабжения даже управляемой сети необходимо знать лимиты теплоты, которыми следует обеспечить потребителей. Эти лимиты определяются коэффициентом лимитированного теплоснабжения.

Эти коэффициенты определяются в результате сопоставления трех факторов:

- времени остывания конкретных помещений до допустимой температуры,
- величины допустимого снижения температуры,
- длительности ремонта отказавшего элемента тепловой сети.

Самое продолжительное время восстановления приходится на теплопроводы, поэтому в дальнейшем необходимо опираться на время восстановления тепловых сетей. Учитывая, что вероятность возникновения режима лимитированного теплоснабжения мала, расчеты ведут в предположении выключения теплообменников горячего водоснабжения. При этом сокращается расход металла при резервировании и сокращаются дополнительные капитальные вложения в транспортный резерв [2].

В случае аварийной ситуации на верхнем иерархическом уровне управляемой тепловой сети всех неотключенных потребителей резервированной зоны сети переводят на лимитированное теплоснабжение и снижают расход теплоносителя в сетях. В результате уменьшения количества подаваемой теплоты начинает падать температура внутри помещений. В этот период производится ремонт отказавшего элемента. При длительном ремонте температура внутри помещения стабилизируется, и в здании установится стационарный тепловой режим соответствующий уменьшенному количеству подаваемой теплоты.

Для районов Тульской области с  $t_{н.о}^p = -27^0$  С при лимитированной подаче теплоты  $Q_{лим}$ , равной 70% расчетного количества, температура внутри помещений установится в соответствии с математическими зависимостями, приведенными в [2]  $t_b = 5^0$  С.

Такая температура установится во всех жилых и общественных зданиях, получающих теплоту от резервированной зоны системы. Та-



кое снижение температуры при аварийных ситуациях на кольцевых сетях не допустимо. В связи с этим, коэффициент лимитированного теплоснабжения связывают с температурой наружного воздуха и временем ремонта отказавшего элемента.

Для определения коэффициента лимитированного теплоснабжения необходимо установить допустимое снижение температуры внутри помещений. При этом учитывается аккумулирующая способность зданий, которая для покрытия неравномерности потребления горячей воды допускает колебания внутренней температуры до  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ , и минимальная температура в жилом помещении при нормальном режиме будет  $16,5^{\circ}\text{C}$ .

В общественных зданиях допускается снижение внутренней температуры до  $14 - 16^{\circ}\text{C}$ . Так как отказы являются редкими событиями и продолжительность их невелика, то их можно считать экстремальными и допустить снижение температуры внутри помещения примерно до  $t_{\text{в}}^{\text{мин}} = 12^{\circ}\text{C}$ . Такая температура будет только при условии, что аварийная ситуация совпала с  $t_{\text{н}} \leq t_{\text{н.о}}^{\text{п}}$ . Вероятность такого события будет значительно меньше, чем вероятность попадания потребителя в режим лимитированного теплоснабжения, поэтому остывание помещения при лимитированном теплоснабжении в большинстве случаев будет меньше, и температура внутри помещения к концу ремонта будет выше.

Поэтому принимают  $t_{\text{в}}^{\text{мин}} = 12^{\circ}\text{C}$  расчетной для режимов лимитированного теплоснабжения. При условии нормирования этой температуры она будет являться исходным нормативом для определения коэффициентов лимитированного теплоснабжения  $K_{\text{л}}$ . Для расчета  $K_{\text{л}}$  кроме допустимого снижения температуры внутри помещения необходимо знать скорость охлаждения конкретного помещения при лимитированном отпуске теплоты.

Используются различные методы определения скорости остывания помещений. Точность используемых методов должна соответствовать поставленной задаче. Представляется предпочтительной постановка задачи расчета остывания здания применительно к условиям управления режимом лимитированной подачи теплоты потребителям централизованной системой теплоснабжения.

Взаимно резервирующая своих потребителей зона тепловых сетей обычно состоит из закольцованных двух тепловых магистралей, выходящих из источника теплоты. Современная схема тепловых сетей состоит из двух уровней. Верхний уровень – это закольцованные магистрали, нижний – локальные зоны нерезервированных распределительных сетей, для каждой из которых источником питания служит

центральный тепловой пункт мощностью 30 – 50 МВт. Каждая локальная тепловая сеть обеспечивает теплоснабжением жилой район или микрорайон, состоящий из 5 – 8 тыс. квартир, или в среднем около 100 домов.

Лимитирование теплоснабжения осуществляется на центральных тепловых пунктах, и подача теплоты в одинаковой степени снижается для всех жилых домов. Такое лимитирование осуществляется путем включения подмешивающих насосов на тепловом пункте, в результате чего уменьшенное количество теплоносителя, подаваемое источником теплоты, увеличивается до требуемого расхода, а температура его снижается и становится меньше необходимой. Для общественных зданий, в которых не допустимо снижение температуры теплоносителя предусматривается индивидуальная регулировка. Сохранение расчетного расхода теплоносителя обеспечивает стабильный гидравлический режим в распределительных тепловых сетях и системах отопления зданий. Снижение подачи теплоты происходит за счет снижения температуры воды в подающем теплопроводе.

Коэффициент лимитированного теплоснабжения отдельного микрорайона требуется ориентировать на типовое здание этого района с последующей проверкой возможных отклонений внутренних температур у отдельных зданий ниже  $12^{\circ}\text{C}$ , при наличии зданий с меньшей теплоаккумулирующей способностью, чем рассматриваемая. При этом вопрос должен решаться исходя из конкретных обстоятельств. Представительное здание для каждого района должно выделяться из анализа его застройки и рассматриваться как исходная информация для определения расчетного значения  $K_{л}$ .

Величины коэффициентов лимитированного теплоснабжения должны быть нормированы в зависимости от расчетных наружных температур, характеристик застройки и тепловой мощности источника централизованного теплоснабжения, так как его мощность определяет максимальный диаметр тепловой магистрали, а, следовательно, и расчетную длительность восстановительных работ при авариях.

Длительности восстановительных работ зависит в свою очередь от оснащенности и мощности аварийно-восстановительной службы. Чем лучше организована эта служба, тем меньше время восстановления отказавшего элемента и тем меньше дополнительные капиталовложения в транспортный резерв тепловых магистралей. Однако хорошее оснащение аварийно-восстановительной службы также требует дополнительных затрат. В связи с этим, расчетное время восстановления должно определяться исходя из технических возможностей службы с учетом экономической оптимизации задачи в целом.



Таким образом, значения расчетных значений коэффициентов лимитированного теплоснабжения должны быть также увязаны с временем восстановления с диаметрами теплопроводов и мощностью источников тепла.

При выборе транспортного резерва магистральной тепловой сети для лимитированной подачи теплоты неотключенным потребителям при отказе любого элемента сети требуется проводить серию гидравлических расчетов потокораспределения при аварийных отключениях элементов. Расчет потокораспределения для различных аварийных режимов требует выбора минимального числа аварийных ситуаций, расчет которых обеспечит выполнение поставленной задачи.

Потокораспределение для выбранных аварийных ситуаций должно позволить определить необходимый резерв пропускной способности сети. Прочие аварийные ситуации должны быть такими, чтобы они не приводили к более напряженным гидравлическим режимам, чтобы лимитированное теплоснабжение было обеспечено. Следовательно, задача ставится так: набрать такое минимальное количество отказов конкретных элементов рассматриваемой сети, чтобы в результате расчетов распределения потоков для этих отказов и соответствующей этим расчетам корректировки диаметров сети была обеспечена возможность лимитированного теплоснабжения потребителей при отказах не только этих элементов, но и любого другого элемента сети.

Для решения этой задачи можно воспользоваться предложенной ниже методикой.

Исходная информация: схема сети; размеры участков; диаметры участков, полученные при предварительном расчете. Для дальнейших расчетов нумеруются все узлы в любом порядке (первый номер – точка входа потока в сеть), нумеруются все кольца, стрелками проставляются направления потоков теплоносителя для каждого участка.

Выбираются для расчета наиболее нагруженные участки, отказы которых приводят к возникновению в системе наиболее напряженных гидравлических режимов. Первый и второй – это участки, располагающиеся справа и слева от точки питания системы тепловых сетей. Начинают расчеты с того участка, который имеет наибольшее значение для тепловой сети. Для выбора такого участка следует установить критерий сравнения. Предлагается сравнивать участки и устанавливать их ранг (приоритет) по количеству энергии, теряемой на этом участке при движении через него теплоносителя.

Выбор расчетных аварийных ситуаций для определения транспортного резерва основан на приведенных ниже принципах:

– первые две аварийные ситуации связаны с отказами на головных участках, расположенных с двух сторон от точки питания сети. Эта точка принадлежит первому элементарному кольцу, т.е. кольцу, которое не имеет внутренних пересечений теплопроводами;

– последующие аварийные ситуации связаны с отказами участков, которые отходят от первого кольца и подают теплоноситель в следующие кольца. Эти участки относятся ко второму иерархическому уровню;

– аналогично рассматриваются все участки, питающие кольца, относящиеся к третьему, четвертому и т.д. иерархическим уровням;

– в результате анализа всех участков, которые питают кольца, и ранжирования их, определяют набор всех аварийных ситуаций, подлежащих расчету, и очередность их расчета.

**Библиографический список**

1. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» М.: Минстрой России, 2011. - 116с.
2. Подколзин А.А., Ковалев Р.А., Соколова С.С. Теплоснабжение (выпускная квалификационная работа) (учебное пособие), Тула.: Изд-во ТулГУ, 2015. – 250 с



УДК 614.841.45

**ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТРЕБОВАНИЯ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**Белоусов Р.О., Копылов С.И.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

**Инюткин В.А.**

*Ивановская пожарно – спасательная академия ГПС МЧС России,*

*г. Тула, Россия*

*Рассматривается влияние зарастания водопроводных труб на потерю напора и не выполнение требования противопожарной безопасности*

При проектировании сетей водоснабжения достаточно часто встречается ситуация подключения к городским сетям небольшой группы объектов (обычно несколько жилых зданий) тупиковой подводкой диаметром 100 мм, длиной до 200 м.



Рассмотрим типовую ситуацию с точки зрения требований противопожарной безопасности.

Допустим:

- нормативный расход на хозяйственно-питьевые нужды составляет 5 л/с (группа зданий более 12 этажей);
- противопожарный расход 20 л/с (15 л/с на наружное пожаротушение – пожарные гидранты;  $2 \times 2,5 = 5$  л/с на внутреннее пожаротушение – пожарные краны);
- длина тупика 150 м;
- плоский рельеф местности;
- минимальный гарантированный свободный напор в точке подключения тупика 28 м.

Потери напора для 100 мм полиэтиленовой трубы длиной 150 м при расходе 25 л/с составит 14,85 м (при учете местных сопротивлений, как 10 % от потерь напора по длине).

При требовании обеспечения свободного напора на пожарных гидрантах 10 м получаем требуемый минимальный свободный напор в точке подключения 24,85 м, что при имеющемся напоре 28 м обеспечивает нам противопожарные требования (запас по напору 3,15 м).

При эксплуатации труб их фактический диаметр уменьшается за счет отложения солей на стенках труб, что влечет увеличение потерь напора –

потери при фактическом диаметре 96 мм (2 мм отложений на стенках труб) составят 18,04 м. То есть любое зарастание трубы слоем более 2 мм приведет к напору на пожарном гидранте ниже нормативных 10 м.

Таким образом при эксплуатации сетей имеющим малый запас по свободному напору (до 10 м) имеет смысл раз в несколько лет определять фактический диаметр трубы и при сильном уменьшении диаметра промывать их или перекладывать.

Определение фактического диаметра большого труда не составляет:

- измеряем длину трубы ( $L$ , м);
- перекрываем задвижки в колодце подключения и в колодцах ввода в здания;
- манометром фиксируем давление в сети ( $p_1$ , Па);
- через спускной кран спускаем небольшой объем воды ( $0,5 \dots 1$  л) ( $\Delta W$ , м<sup>3</sup>);
- манометром фиксируем установившееся давление ( $p_2$ , Па)
- из справочника берем модуль упругости воды ( $E \approx 2 \times 10^9$  Па)
- определяем фактический диаметр ( $d$ , м), как

$$d = \sqrt{\frac{4 \times E \times \Delta W}{\pi \times (p_1 - p_2) \times L}}$$

Выводы:

1. Имеет смысл ввести в требования пожарной безопасности пункт о периодической проверке фактических диаметров сети при небольших свободных напорах в колодцах подключения.
2. Для обеспечения такой проверки заложить в стандарты требования установки хотя бы в одном колодце сливного крана и патрубка под манометр.

**Библиографический список:**

1. СП 8.13130.2009 Источники наружного противопожарного водоснабжения
2. СП 10.13130.2009 Внутренний противопожарный водопровод



УДК004.032.24

## **РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Ярошук И.В.**

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия*

*Современный этап развития электроэнергетики обуславливает необходимость обеспечения сквозной наблюдаемости функционирования распределительного электросетевого комплекса каждой региональной сетевой компании в пространстве их единых информационно-измерительных систем диспетчерского управления. К таким системам выдвигаются повышенные требования с точки зрения обеспечения безопасности и эффективного контроля электросетевого комплекса, что достигается применением системного подхода к процессу диспетчерского управления.*

Создание системы мониторинга и диагностики оборудования электрических сетей возможно за счет улучше-



ния обеспечения диспетчерского управления (ДУ) функциональными и техническими средствами по централизованному сбору, обработке, отображению и хранению поступающей информации. Данная система способна решить следующие задачи:

- получение достоверной текущей и отчетной технологической информации о состоянии основного оборудования и энергообъектов смежных организаций, необходимой для автоматизации деятельности ДУ;
- обеспечение оперативности сбора и обработки технологической информации, необходимой для обеспечения управленческой деятельности;
- интеграция данных из различных автоматизированных систем для решения задачи централизованного анализа и обработки технологической информации;
- обеспечение точных и достоверных вычислений расчетных величин, на основе фиксируемых системой данных;
- генерация уведомлений и предупреждений для персонала о приближении и/или наступлении аварийных ситуаций для увеличения эффективности деятельности по выявлению и предупреждению развития аварии;
- фиксация технологических событий с целью последующего анализа развития ситуации и оценки действий персонала;
- обеспечение подготовки персонала по вопросам, касающимся производственной деятельности компании;
- увеличение эффективности вырабатываемых решений о планировании режимов работы энергообъектов и их развития.

Основное назначение ПО SCADA – комплексная автоматизация процессов сбора, обработки, хранения, передачи информации, принятия решений и реализации функций технологического управления.

В ПО SCADA осуществляется прием значений различных телемеханизированных и нетелемеханизированных параметров, на основании значений которых существует возможность воспроизведения сигнализации при наступлении условий, которые отражают наступление аварийной ситуации или предупреждают о возможном ее приближении, в первую очередь, необходимо наличие визуальной и звуковой сигнализации об изменениях в режиме работы электрической сети. Изменения режимов работы описываются в виде комбинаций значений, которые будут активировать сигнальную систему, и оповещать оператора об изменениях в работе электрической сети. Звуковая сигнализа-

ция воспроизводится при подписке на соответствующие события средствами Монитора отображения.

Система предусматривает ведение журнала событий об изменениях состояния оборудования. Доступ к ним предоставляется средствами специализированной формы, которая предоставляет следующие возможности:

- фиксация изменения состояния оборудования оператором;
- поддержка трех меток времени: метка внесения записи, метка фактического изменения состояния оборудования, метка времени сообщения об изменении состояния оборудования дежурному центру сбора данных. Допускается изменение метки времени фактического изменения состояния оборудования, метки времени сообщения об изменении состояния оборудования дежурному центру сбора данных;
- возможность работы с любым оборудованием, описанным в информационной модели ПО SCADA;
- поддержка режима автоматического внесения записи при наступлении условий, указанных при конфигурации подсистемы;
- выбор состава полей в журнале отображения данных о состоянии оборудования;
- фильтрация журнала по: автору записи, энергообъекту, комбинациям предыдущего и текущего состояний.

На основании информации, фиксируемой в журнале изменений состояния оборудования, существует возможность просмотра статистической информации. С помощью данной информации существует возможность всестороннего анализа изменений состояния оборудования в различные периоды времени. Поддерживается возможность подготовки следующей статистической информации:

- время первого и последнего изменения состояния оборудования за указанный период;
- количество изменений состояния оборудования выбранных энергообъектов за указанный период;
- длительность нахождения оборудования для выбранных энергообъектов в различных состояниях за указанный период времени;
- распределение времени нахождения оборудования для выбранных энергообъектов в том или ином состоянии по указанным отрезкам времени. Например, распределение времени пребывания оборудования в рабочем состоянии по месяцам за период с 1-го января по 31 мая.
- расчет отклонений от плановых графиков (плановые графики потребления, плановые графики генерации или плановые величины характеристик работы оборудования).



Для всех перечисленных параметров необходимо обеспечить контроль соответствия им фактических значений характеристик оборудования. Для этого, в базе нормативно-справочной информации ПО SCADA описываются формулы контроля соответствия текущих значений параметров их плановым величинам.

На основании отклонений от плановых графиков производятся расчеты величины отклонений. Для расчета данной величины в ПО SCADA поддерживается механизм расчета интегралов и средних для произвольных параметров оперативной информации.

Кроме расчета отклонений в ПО SCADA реализованы формулы расчета отклонений от нормативных величин.

Система способна выполнять анализ архивных данных, что позволяет просмотреть значения параметров выбранной категории оперативной информации за различные периоды времени с возможностью управления форматом представления значений; поддерживать подключение с двумя серверами SCADA одновременно. Функция может использоваться для сравнения архивов данных серверов, копирования данных из одной БДРВ в другую, а также быстрого переключения между двумя серверами SCADA.

Подсистема предназначена для оперативного учета и анализа дефектов и неисправностей оборудования. Она имеет легко усваиваемый, интуитивно понятный, настраиваемый пользовательский интерфейс, возможность пользования подсистемой несколькими пользователями одновременно с разных ПК в пределах вычислительной сети предприятия, функцию ввода неисправности с ПК пользователей с указанием ее краткого описания, времени возникновения и фамилии лица, заполнявшего форму, а также автоматическую рассылку уведомлений о возникновении неисправности ответственным лицам по электронной почте.

Программный модуль для подачи и отслеживания заявок служит для обеспечения надежности работы ЕЭС и поддержания качества электроэнергии при проведении ремонтной кампании и исключения разногласий и конфликтов между субъектами рынка в процессе формирования и исполнения графиков ремонтов. Данный модуль является распределенным, способным функционировать на любом уровне диспетчерского управления, включая станции, подстанции и другие энергетические предприятия.

Автоматизированное создание, рассмотрение и обмен оперативными диспетчерскими заявками между энергетическими предприятиями осуществляется в рамках единой информационной среды, с использованием единых технологий и форматов данных.

Взаимодействие клиентского рабочего места с сервером приложений осуществляется с помощью двух стандартных протоколов: - TCP и HTTP (HTTPS). Это обеспечивает возможность подключения к программному комплексу с использованием любых сетей: корпоративных каналов связи или через Интернет, в каждом конкретном случае решая задачу скоростного или универсального доступа. Имеется возможность вызывать функции сервера приложений из сторонних комплексов по протоколу SOAP. За счет его использования взаимодействие с сервером приложений осуществляется в формате XML, что позволяет получать и обрабатывать данные стандартным образом без использования специальных средств.



УДК 696.6

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СПО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИК ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Логачева Е.А., Жданов В.Г.**

*Ставропольский государственный аграрный университет,  
г. Ставрополь, Россия*

*Статья представляет учебное пособие «Методики проведения профилактических испытаний электрооборудования в электроустановках», предназначенное для студентов электроэнергетических специальностей и инженерно-технического персонала энергослужб предприятий.*

*Ключевые слова: профилактические испытания электрооборудования, электроустановки, методика измерения.*

Отличительной особенностью современного образовательного процесса является его динамичность, гибкость, своевременная адаптация к стремительно меняющимся требованиям жизни. Закончился тот период, когда обучение велось десятилетиями по одним программам с использованием одних и тех же учебников и методических указаний. Из сознания молодежи постепенно уходит стереотип - образ старенького профессора, плохо ориентирующегося в изменившихся условиях. Сейчас преподаватель университета умен, молод, энергичен, в любой момент готов к переменам.



Университетское образование не исключение, здесь тоже появляются принципиальные изменения. Одним из новых направлений является появление среднего профессионального образования в университетах. Ставропольский государственный аграрный университет в 2018 году осуществил набор студентов среднего профессионального образования. Электроэнергетический факультет приступил к реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям) (ФГОС СПО), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 28 июля 2014 г. № 827 (базовая подготовка) и Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, с учетом направленности на удовлетворение потребностей регионального рынка труда и работодателей. Профессорско-преподавательским коллективом университета разработана Образовательная программа среднего профессионального образования (программа подготовки специалистов среднего звена). Квалификация выпускника - техник.

Доценты кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования Жданов В.Г., Логачева Е.А. в рамках данной Образовательной программы заняты реализацией профессионального модуля ПМ 02 «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей». Профессиональный модуль состоит из двух междисциплинарных комплексов: МДК 02.01 «Ремонт и наладка устройств электроснабжения» и МДК 02.02 «Аппаратура для ремонта и наладки устройств электроснабжения».

Обучение студентов будет осуществляться в лабораториях электроэнергетического факультета СТГАУ. Последние годы в университете осуществлялись большие закупки электротехнического оборудования в лабораторию ремонта электрооборудования. Обновленная приборная база явилась дополнительной причиной разработки новых методических материалов для ведения учебного процесса. Доценты Жданов В.Г., Логачева Е.А. подготовили новое учебное пособие «Методики проведения профилактических испытаний электрооборудования в электроустановках до 1000В». Учебное пособие выполнено по следующей структуре:

- Введение.
- Профилактические испытания и осмотры электрооборудования, цели и особенности их проведения.
- Общие требования по испытаниям электрооборудования и аппаратов электроустановок потребителей.

- Эффективность профилактических и ремонтно-восстановительных работ.
- Программа и методики проведения профилактических испытаний.
- Программа проведения испытаний.
- Методика измерения удельного сопротивления грунта.
- Методика измерения сопротивления заземляющего устройства.
- Методика проверки цепи между заземлителями и заземляемыми элементами.
- Методика проверки наличия цепи между заземленными установками и элементами заземленной установки.
- Методика измерения сопротивления изоляции электрических аппаратов, электрооборудования, электропроводок и кабельных линий напряжением до 1000В.
- Методика измерения сопротивления фаза - нулевой защитный проводник и определения токов однофазного короткого замыкания.
- Методика проверки работоспособности автоматических выключателей.
- Методика профилактических испытаний асинхронного короткозамкнутого электродвигателя с использованием индикаторов дефектов.
- Методика тепловизионного контроля состояния электрооборудования.
- Организация и планирование работ по проведению профилактических испытаний и осмотров электрооборудования, обработка и оценка полученных результатов.
- План проведения работ.
- Решение организационно-технических вопросов.
- Обработка и оценка полученных результатов.
- Перечень аппаратуры, используемой при проведении профилактических испытаний в электроустановках до 1000В.
- Оптимизация затрат по выполнению профилактических испытаний в электроустановках до 1000В.
- Оптимизация затрат по составу исполнителей.
- Выбор оптимальных маршрутов перемещения исполнителей для выполнения профилактических работ.
- Разработка рекомендаций и алгоритма экономической оценки эксплуатационной надежности электрооборудования при анализе выполнения профилактических работ.



Методики проведения профилактических испытаний электрооборудования в электроустановках до 1000В сельскохозяйственных потребителей составлены в соответствии с действующими Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП).

Учебное пособие рассматривает теоретические и практические вопросы проведения профилактических испытаний электрооборудования в электроустановках до 1000В предприятий АПК. Кроме методик проведения испытаний и измерений приводятся протоколы обследований, приборный парк и технология инструментальных работ, обработка полученных данных и рекомендации по проведению работ.

Методики проведения профилактических испытаний могут быть полезны не только студентам вузов, но и инженерно-техническому персоналу энергослужб сельскохозяйственных предприятий.

#### **Библиографический список:**

1. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электротехнической службы для разработки АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 47-49.

2. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Повышение качества подготовки технических кадров – основная задача в аграрном образовании // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции 2014. С.125-130.

3. Логачева Е.А., Жданов В.Г. К вопросу о сохранении естественного «электромагнитного фона» окружающей среды при внедрении СВЧ технологий в сельском хозяйстве. В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства IV международная научная экологическая конференция с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины). 2015. С. 378-381.

4. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Тарануха Д.С. Тепловизионное обследование зданий и сооружений. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 102-106.

5. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Сошников В.В. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 73-76.

6. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Подготовка электротехнического персонала для электроизмерительных лабораторий. В сборнике: Инновационные механизмы эффективного образования. Ставрополь. 2014. С.189-194.

7. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Разработка методических указаний по испытанию и наладке электроустановок для студентов электроэнергетических специальностей. В

сборнике: *Современные тенденции повышения качества образования. Сборник трудов по материалам научно-методической конференции. Ставрополь. 2016. С. 143-147.*

8. Логачева Е.А., Жданов В.Г. *Разработка методических указаний по испытанию и наладке электроустановок для студентов электроэнергетических специальностей. В сборнике: Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы V Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВЦНТИ. Под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 116-120.*

9. Халид А.С., Набил Б., Логачева Е.А., Жданов В.Г. *Инновационные методы обучения иностранных студентов электроэнергетического факультета. В сборнике: Прикладные вопросы точных наук. Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. 2017. С. 308-312.*

10. Логачева Е.А., Жданов В.Г. *Применение инновационных методов преподавания монтажа электрооборудования для студентов электроэнергетического факультета. В сборнике: Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики. Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. Томский сельскохозяйственный институт; ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ. 2017. С. 22-24.*



УДК 63:621.384

## **МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ СВЧ УСТАНОВКИ**

**Логачева Е.А., Жданов В.Г.**

*Ставропольский государственный аграрный университет,  
г. Ставрополь, Россия*

*Рассматривается проблема электромагнитной безопасности СВЧ технологии. Для определения безопасной рабочей зоны выполнено измерение плотности потока энергии.*

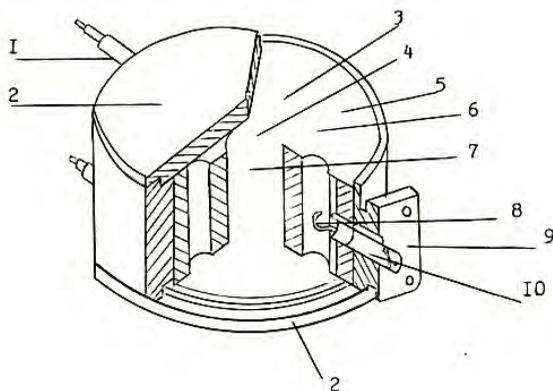
*Ключевые слова: плотность потока энергии, электромагнитная безопасность персонала, безопасная рабочая зона, электрическое поле.*

Исследование плотности потока энергии проводилось на рабочем месте СВЧ установки[1]. Выбранная технологическая линия достаточно широко внедрена в АПК[1]. СВЧ линия позволяет строго соблюдать технологические режимы, но не рассматривает вопросы электромагнитной безопасности персонала, обслуживающего эту установку[1].

Здесь в качестве СВЧ генератора используется магнетрон от бытовой микроволновой печи (рисунок 1) [1,3]. Этот тип электронного СВЧ генератора обладает максимальным КПД при минимальных габаритах.



ритах в дециметровом диапазоне частот. Магнетрон состоит из трех основных частей: катода, анодного блока, содержащего объемные резонаторы, и устройства, служащего для вывода сверхвысокочастотной энергии в нагрузку. В конструкцию магнетронного генератора входит также магнитная система, без которой магнетрон не может генерировать высокочастотную энергию. Магнитная система, создающая магнитное поле вдоль оси катода, представляет собой электромагнит или постоянный магнит с полюсными наконечниками вне магнетрона.



**Рис. 1. Конструкция магнетрона: 1.Стекланные трубки с выводами катодных ножек; 2.Крышка; 3.Перемычка-связка; 4.Катод; 5.Анод; 6.Резонатор; 7.Катод; 8.Петля связи; 9.Фланец; 10.Диэлектрический колапк.**

Конструктивно магнетрон представляет собой диод с особой конструкцией анода. Катод 7 в большинстве магнетронов непрерывного генерирования прямого накала изготовляют из вольфрама. Анод 5 выполнен в виде массивного медного блока кольцевой формы. На внутренней стороне анода предусмотрено четное число (8-10) щелевых (либо другой формы) резонаторов 6, длина которых равна  $\lambda/4$ . Резонатор представляет собой нечто среднее между четвертьволновой резонансной линией и колебательной системой с сосредоточенными параметрами. Резонаторы магнетрона связаны один с другим, поскольку переменный магнитный поток одного резонатора замыкается через соседние резонаторы. Кроме того, резонаторы соединены друг с другом в определенном порядке медными перемычками-связками 3. Наружная часть анода покрыта рубашкой, через которую пропускается охлаждающая жидкость, либо оребрена. Для вывода энергии колебаний в одном из резонаторов предусмотрена петля связи 8, соединенная

с коаксиальной линией и закрытая диэлектрическим колпаком 10 из материала, прозрачного для СВЧ поля. Анод магнетрона имеет высокий положительный потенциал относительно катода. Поскольку анод является корпусом магнетрона, его обычно заземляют, а катод 4 находится под высоким отрицательным потенциалом. Закрепляется магнетрон с помощью фланца 9. Резонаторы колебательной системы магнетрона связаны между собой через пространство взаимодействия, имеющее форму кольца и занимающее область между анодом и катодом. В этой области движутся вышедшие из катода электроны, находящиеся под воздействием однородного постоянного (во времени) радиального электрического поля, направленного вдоль оси магнитного поля и переменного высокочастотного электрического поля, которое создается между сегментами анода резонаторной системы магнетрона. Движение электронов в этом пространстве приводит к тому, что энергия от постоянного электрического поля передается переменному высокочастотному полю. Взаимодействующее с электронами высокочастотное поле локализовано в щелях между сегментами анода и вблизи них. Оно создается и поддерживается электрическими колебаниями многокамерной резонаторной системы анодного блока. Энергия высокой частоты, создаваемая в резонаторной системе движением электронов, переходит через выходное устройство одного из резонаторов анодного блока в нагрузку.

Конкретное рабочее место оператора СВЧ установки не определено, поэтому измерения интенсивности проводились в точках, находящихся на мысленно проведенных линиях, радиально исходящих из центра, которым является магнетрон (рисунок 2).

Измерения проводились в соответствии с ГОСТ 12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [1,3,11].

Контроль биологически опасного уровня СВЧ облучения на рабочем месте проводился интенсиметрами. На рисунке 3 представлена электрическая структурная схема измерителя плотности потока мощности ПЗ-20. Измеритель ПЗ-20 предназначен для измерения плотности потока мощности в диапазоне частот 0,3...16,7ГГц и может применяться для контроля уровня излучения в местах нахождения обслуживающего персонала и для других целей.

Принцип действия пробора заключается в том, что плотность потока мощности  $P$  в месте расположения антенны определяется из выражения

$$P = \frac{P}{S \cdot \cos \alpha}$$



где  $P$  - мощность, измеренная на выходе антенны;

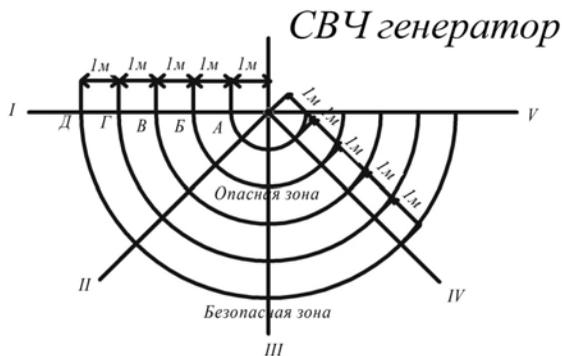


Рисунок 2 - Схема замеров плотности потока мощности на рабочем месте

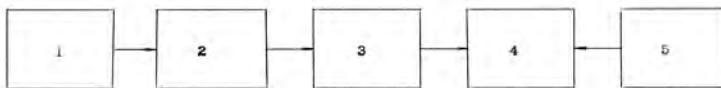


Рисунок 3 - Электрическая структурная схема измерителя плотности потока мощности: 1. Антенна; 2. Аттеньюатор; 3. Терморезисторная головка; 4. Измеритель мощности; 5. Источник питания.

$S_{эфф}$  - эффективная площадь измерительной антенны.

Эффективная поверхность антенны связана с коэффициентом усиления антенны  $G$  и длиной волны  $\lambda$  следующей зависимостью

$$S_{эфф} = \frac{G\lambda}{4\pi}$$

Измеритель ПЗ-20 является терморезисторным ваттметром и предназначен для измерения малых мощностей (0,05-7,5 мВт) незатухающих и импульсно-модулированных сигналов в диапазоне 0,15-16,7 ГГц. Измерение мощности проводится либо компенсационным методом, либо методом прямого отсчета. Измеритель ПЗ-20 обеспечивает работу в режиме накопления уровня измеряемой ППЭ в логарифмическом масштабе. Измеритель обеспечивает измерение средних значений импульсно-модулированных СВЧ излучений с длительностью импульсов от 1 до 500 мкс.

Измерения интенсивности поля рабочей зоны оператора СВЧ установки проводились при максимальной мощности магнетрона, т.е. 2,5 кВт [1,3,6,7,11]. Так как измеритель ПЗ-20 работает в режиме нако-

пления уровня измеряемой плотности потока энергии в логарифмическом масштабе, то значения, выдаваемые в закодированном виде, подвергались раскодировке согласно таблицам, входящим в комплект интенсиметра. Анализ результатов не позволяет получить представление о конфигурации ЭМП СВЧ магнетрона. Однако результаты измерений ППЭ могут служить для определения безопасной зоны для человека обслуживающего данную технологическую линию.

**Библиографический список:**

1. Логачева, Е.А., Жданов В.Г. Проблемы экологической и технологической безопасности использования электромагнитных излучений в сельском хозяйстве. Вестник АПК Ставрополя. 2011. №2 (2). С.33-35.

2. Жданов В.Г., Логачева Е.А, Тарануха Д.С. Тепловизионное обследование зданий и сооружений. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 102-106.

3. Жданов В.Г., Логачева Е.А, Сошников В.В. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 73-76.

4. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электротехнической службы для разработки АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 47-49.

5. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Повышение качества подготовки технических кадров – основная задача в аграрном образовании // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции 2014. С.125-130.

6. Логачева, Е.А., Жданов В.Г Энергетические обследования социальных объектов сельских территорий Ставропольского края. Вестник АПК Ставрополя. 2013. №4 (12). С.75-79.

7. The use of protein preparations for the production of ham Atanov I.V., Khorol'skiy V.Y., Logacheva E.A., Antonov S.N., Omarov R.S. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. № 6. С. 671-676.

8. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Информационное обеспечение АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 42-46.

9. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Шевякин Ю.В. Инфракрасная диагностика объектов с использованием тепловизора // Методы и средства повышения эффективности технологических процессов в АПК: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Ставрополь. 2013. С.129 – 132.

10. Логачева, Е.А., Жданов В.Г. Подготовка электротехнического персонала для электроизмерительных лабораторий. В сборнике: Инновационные механизмы эффективного образования. Ставрополь. 2014. С.189-194.



11. Логачева Е.А., Жданов В.Г. К вопросу о сохранении естественного «электромагнитного фона» окружающей среды при внедрении СВЧ технологий в сельском хозяйстве. В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства IV международная научная экологическая конференция с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины). 2015. С. 378-381.



УДК 631.152 (076)

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Жданов В.Г., Логачева Е.А.

Ставропольский государственный аграрный университет,  
г. Ставрополь, Россия

*В данной статье представлен алгоритм экономической оценки надежности электрооборудования.*

*Ключевые слова: электрооборудование, работоспособность, эксплуатационные расходы, надежность.*

Эксплуатация электрооборудования требует определенных затрат на проведение всего комплекса работ по обеспечению работоспособности. Чем больше эти затраты, тем меньше отказов электрооборудования и меньше продолжительность ремонтно-восстановительных работ, т.е. меньше ущерб от их отказов, с другой стороны, чрезмерные эксплуатационные расходы невыгодны экономически. В соответствии с этим, оптимальными затратами для данных условий [1] будут такие, при которых выполняется условие:

$$C_1 = C_3 + C_{\Pi} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $C_1$  – стоимость эксплуатации электрооборудования в течение одного года;  $C_{\Pi}$  – затраты от возможного ущерба при отказах электрооборудования;  $C_3$  – эксплуатационные затраты.

Для оценки отдельных эксплуатационных свойств электрооборудования, зависящих от его надежности, используется ряд коэффициентов, выражающих относительную величину оцениваемых показателей [1]. Для экономической оценки расхода средств на поддержание надежности электрооборудования в процессе его эксплуата-

ции введем коэффициент стоимости эксплуатации  $K_{CЭ}$ , под которым будем понимать отношение стоимости эксплуатации электрооборудования  $C_1$  в течение одного года к его первоначальной стоимости  $C_0$ .

$$K_{CЭ} = \frac{C_1}{C_0} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Проведенные исследования [1] показали, что чем надежнее электрооборудование, тем меньше стоимость его эксплуатации и меньше значение коэффициента  $K_{CЭ}$ . Ежегодные издержки производства, связанные с эксплуатацией электрооборудования, определяются по выражению

$$C = C_{РЕН} + C_{КР} + C_Э + C_{ТО} + C_{ТР} + C_{ПР}, \quad (3)$$

где  $C_{РЕН}$  – амортизационные отчисления на реновацию, предназначенные для полного возмещения основных фондов по истечении срока службы электроустановки;  $C_{КР}$  – амортизационные отчисления на капитальный ремонт;  $C_Э$  – затраты на электроэнергию;  $C_{ТО}$  – затраты на техническое обслуживание (оперативное и плановое);  $C_{ТР}$  – затраты на текущий ремонт;  $C_{ПР}$  – прочие затраты.

Известно, чтобы свести к минимуму длительность простоев электроустановок при отказах, создается резервный запас электрооборудования, поэтому в число затрат включим затраты  $C_{РФ}$  на создание резервного фонда. Кроме этого, в связи с неравномерным распределением электрооборудования на большой территории электротехнический персонал вынужден перемещаться по объектам хозяйства, и при этом на переходы и переезды расходуется от 15 до 40% рабочего времени, что резко снижает производительность труда электромонтеров, поэтому в число прочих затрат включим и затраты  $C_T$  на транспортные расходы. Таким образом, эксплуатационные расходы на выполнение профилактических мероприятий по поддержанию уровня надежности электрооборудования сельскохозяйственных предприятий с учетом возможного ущерба определяются по следующему выражению:

$$C_1 = C_{ТО} + C_{ТР} + C_T + C_{РФ} + C_У. \quad (4)$$

Информация о составляющих затрат для определения коэффициента стоимости эксплуатации берется из банка данных [1].

Ущерб от отказов электрооборудования  $C_{II}$  определяется по формуле

$$C_{II} = c_0 m_0 \frac{(\tau_p - \tau_d)}{V_{УЕ}}, \quad (5)$$

где  $C_{II}$  - ущерб от отказа электрооборудования, руб/у.е.;

$c_0$  – удельный ущерб от отказа одной у.е. электрооборудования за час, руб/у.е. · час;

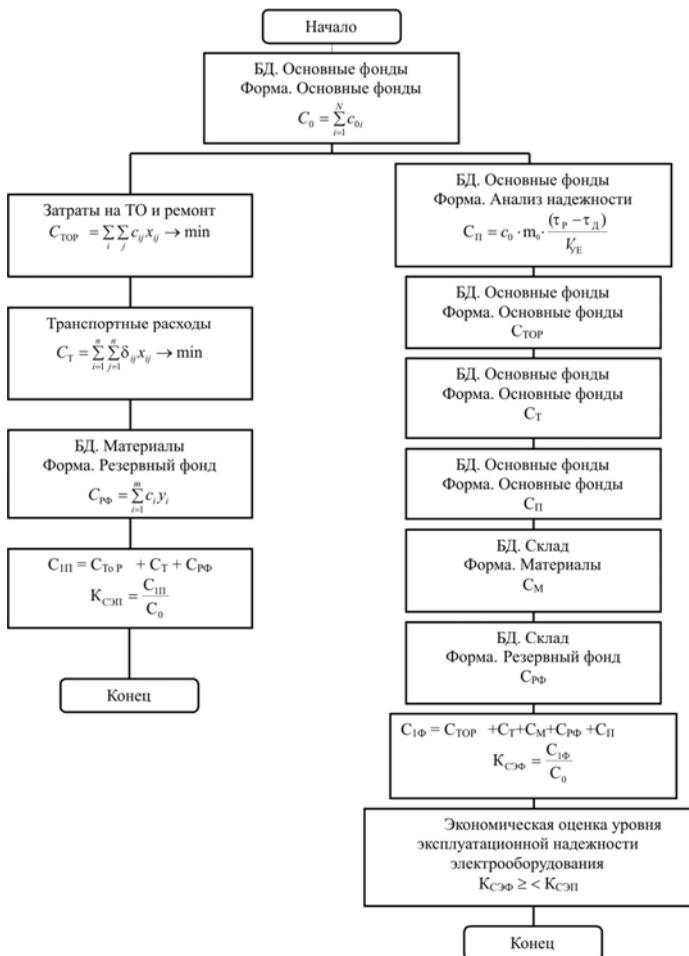


Рис. 1. Алгоритм экономической оценки эксплуатационной надежности электрооборудования

$m_0$  - количество отказов электрооборудования за год, у.е.;

$\tau_p, \tau_d$  – время ремонта электрооборудования и допустимое время простоя, час.;

$V_{у.е.}$  – количество эксплуатируемого электрооборудования в у.е.

Расчет ущерба проведем на примере отказа электродвигателя вентилятора, установленного на элеваторе РЗС-1- 63. Тип электродвигателя 4А225М2, мощность 55 кВт [1].

$$C_{\text{п}} = 500 \cdot 1 \cdot \frac{(6-4)}{1,38} = 724, \text{ бруб.}$$

Расчет затрат на формирование резервного фонда электрооборудования, потребности в материалах и запасных частях для ремонтно-эксплуатационных нужд выполнен нормативным методом.

Составляющие затрат для определения коэффициента стоимости эксплуатации электрооборудования по Грачевскому элеватору Ставропольского края приведены в таблице 1.

**Таблица 1.**

| Порядковый номер | Наименование затрат                        | Стоимость, руб |
|------------------|--|----------------|
| 1                | Затраты на ТО и ремонт электрооборудования | 473669         |
| 2                | Резервный фонд                             | 170521         |
| 3                | Транспортные расходы                       | 15190          |
| 4                | Затраты на материалы                       | 42200          |
| 5                | Ущерб от простоев электрооборудования      | 7896500        |
| 6                | Всего                                      | 8598080        |
| 7                | Стоимость установленного оборудования      | 7530560        |
| 8                | Коэффициент стоимости эксплуатации         | 1,2            |

Проведенные по предложенному алгоритму расчеты коэффициента стоимости эксплуатации электрооборудования для Грачевского элеватора Ставропольского края позволили установить, что для данного сельскохозяйственного объекта его величина составляет 1,2, что указывает на сравнительно высокую стоимость эксплуатации и необходимость проведения дополнительных мер по повышению надежности электрооборудования.

**Библиографический список:**

1. *Хорольский В.Я. Теоретические и прикладные основы автоматизированного управления деятельностью энергетических служб сельскохозяйственных предприятий / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Г. Жданов – 2008. – 126 с.*
2. *Логачева Е.А., Жданов В.Г. К вопросу о сохранении естественного «электромагнитного фона» окружающей среды при внедрении СВЧ технологий в сельском хозяйстве. В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта промышленного и сельскохозяйственного производства IV международная научная экологическая конференция с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины). 2015. С. 378-381.*
3. *Жданов В.Г., Логачева Е.А., Тарануха Д.С. Тепловизионное обследование зданий и сооружений. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 науч-*



но-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 102-106.

4. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Сошников В.В. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2014. С. 73-76.

5. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Планирование работ электротехнической службы для разработки АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 47-49.

6. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Повышение качества подготовки технических кадров – основная задача в аграрном образовании // Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы II Международной научно-практической конференции 2014. С.125-130.

7. Логачева, Е.А., Жданов В.Г. Энергетические обследования социальных объектов сельских территорий Ставропольского края. Вестник АПК Ставрополя. 2013. №4 (12). С.75-79.

8. The use of protein preparations for the production of ham Atanov I.V., Khorol'skiy V.Y., Logacheva E.A., Antonov S.N., Omarov R.S. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. № 6. С. 671-676.

9. Жданов В.Г., Логачева Е.А. Информационное обеспечение АРМ энергетика. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 76 научно-практическая конференция электроэнергетического факультета СтГАУ. 2012. С. 42-46.

10. Жданов В.Г., Логачева Е.А., Шевякин Ю.В. Инфракрасная диагностика объектов с использованием тепловизора // Методы и средства повышения эффективности технологических процессов в АПК: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Ставрополь. 2013. С.129 – 132.

11. Логачева, Е.А., Жданов В.Г. Подготовка электротехнического персонала для электроизмерительных лабораторий. В сборнике: Инновационные механизмы эффективного образования. Ставрополь. 2014. С.189-194.

12. Логачева, Е.А., Жданов В.Г. Проблемы экологической и технологической безопасности использования электромагнитных излучений в сельском хозяйстве. Вестник АПК Ставрополя. 2011. №2 (2). С.33-35.



УДК 621.695; 620.9

## ЭРЛИФТНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ УСТАНОВКА

**Бирюков А.Б., Варакута В.В., Гнигиёв П.А.**

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР*

*В работе представлены запасы вторичной и низкопотенциальной теплоты (ВНТ) одной из шахт Донбасса. Предложена схема энергогенерирующей станции на базе тепловой машины с низкокипящим рабочим телом в условиях угледобывающей шахты, при использовании в качестве первичной энергии ВНТ. Проанализирован термодинамический цикл и основные энергетические характеристики предложенной схемы.*

*The paper presents the reserves of secondary and low potential heat of one of the mines of Donbass. A scheme of an energy generating station on the basis of a heat engine with a low-boiling working fluid under conditions of a coal mine, using this heat as the primary energy, is proposed. The thermodynamic cycle and the main energy characteristics of the proposed scheme are analyzed.*

**Введение.** В ходе повседневной деятельности угледобывающего предприятия, с различными теплоносителями сбрасывается огромное количество ВНТ, возможность использования которого в технологическом цикле угледобычи в данное время не реализована. Запасы ВНТ могут достигать значительной величины и даже превышать потребности предприятия в энергоресурсах [1]. Вместе с тем, глубина разработки более 50% шахт Донбасса превышает 700 м, что позволяет использовать высокопотенциальную гидравлическую энергию за счёт гидростатического столба жидкой фазы рабочего тела, обусловленного глубиной шахтного ствола, поэтому утилизация, трансформация и возвращение в хозяйственный оборот низкопотенциальных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и вторичных энергоресурсов (ВЭР), неизбежно возникающих при подготовке угольного месторождения и добыче угля является актуальной задачей [2].

**Состояние вопроса.** В настоящее время рассмотрен вопрос эффективности энергогенерирующей станции на базе тепломашинной установки (ТМУ) с паротурбинной установкой (ПТУ) на низкокипящем рабочем теле (НРТ), в условиях угледобывающих шахт при использовании в качестве первичной энергии ВНТ. При этом сравнительная оценка предельно возможной эффективности выполнена для идеального цикла Карно, реализуемого в условиях имеющегося перепада температур между нагревателем и холодильником, учтена динамика изменения внешних факторов, влияющих на основные энергетические характеристики [3].



Хорошо изучены и представлены в виде справочных материалов термодинамические характеристики и теплотехнические свойства различных НРТ используемых как в холодильной технике, так и в энергетике [4].

Эрлифт или «воздушный подъемник», впервые в промышленности применен русскими инженерами Шуховым и Бари, о чем упоминает Д. И. Менделеев в 1886 году. Одним из первых ученых, который предложил методику расчета эрлифта, основанную на теории подобия и анализе экспериментальных исследований, был проф. В.Г. Гейер. Под его руководством специалистами Донецкого политехнического института проводились масштабные исследования эрлифтных установок как на угольных шахтах для подъема горной массы на поверхность и чистки подземных емкостей, так и для золошлакоудаления на электростанциях, для гидротранспорта пульпы различной плотности на обогатительных фабриках и других объектах [5].

Порядка 20% выработки электрической энергии приходится на ГЭС. Разработана теория высоконапорных гидроагрегатов. Оборудование ГЭС и ГАЭС различной мощности, стандартизировано и производится серийно [6].

В связи с изложенным выше возникает потребность анализа, расчета и проектирования энергогенерирующих систем на основе ТМ использующих ВНТ и высокопотенциальную гидравлическую энергию за счёт гидростатического столба жидкой фазы бинарного рабочего тела (БРТ) в условиях угольной шахты.

**Постановка задачи исследования.** Целью данной работы является анализ термодинамической схемы энергогенерирующей станции на базе ТМ с БРТ (НРТ + вода) в качестве потребителя ВНТ шахты и определение её возможных энергетических характеристик.

**Методика исследования.** Анализ работы схемы электрогенерации представленной на рисунке 1, в условиях угольной шахты, выполнен на основании упрощенных расчетных зависимостей для типовых параметров силового, гидроэнергетического и теплотехнического оборудования, а также с учетом известных из литературных источников характеристик процессов образования ВИЭ и ВЭР при подземной добыче угля с глубиной разработки более 800 м. Анализ проводился для условий одной из шахт Донбасса на основании характеристик, представленных в интернет ресурсах: марка добываемого угля Ж, максимальная добыча угля – 2,031 млн. тонн/год, максимальная глубина горных работ –1400 м, температура горного массива – +49°С, газоносность угольных пластов шахты составляет от 19 до 23 м<sup>3</sup>/т, общее количество воздуха, подаваемого в шахту – 40 тыс. м<sup>3</sup>/мин, общий приток воды в действующие горные выработки - 600 - 650 м<sup>3</sup>/час.

Средний удельный расход электроэнергии составил 84,6 кВт·ч/т. Начиная с 2004 года на шахте создавалась самая мощная на постсоветском пространстве когенерационная установка с использованием шахтного метана в качестве топлива. Работы осуществляла компания «Синапс». Здесь создан когенерационный энергетический комплекс на базе 12 газопоршневых установок типа JMS 620 австрийской фирмы «Jenbacher», работающих на шахтном метане с концентрацией 25%. Суммарный КПД этих энергетических установок по теплу и электроэнергии доходит до 86%, что недостижимо на других энергетических объектах. Установленная электрическая мощность одной установки составляет 3,035 МВт, а тепловая – 2,63 Гкал/ч. Основной продукцией энергокомплекса на данной шахте является электроэнергия, вырабатываемая газопоршневыми установками, размещенными в специальном здании. Выработанная электроэнергия, за годовой цикл составляет 122,046 МВт·ч. Одновременно энергокомплекс вырабатывает через систему охлаждения газопоршневой установки тепловую энергию той же мощности (3050 кВт), что и электрической с температурой +110°С. Базовый вариант использования тепла, вырабатываемого газопоршневой установкой, предусматривает подачу его в систему горячего водоснабжения. В летнее время года, в связи со снижением потребности предприятий в горячей воде, избытки тепла отводятся в окружающую среду [2]. Оценочные запасы ВНТ шахты представлены в таблице.

Таблица

**Оценочные запасы вторичной и низкопотенциальной теплоты шахты**

| Наименование источника        | Способ получения теплоты  | Удельные запасы теплоты, кВт·ч/т (W) | Мощность теплового потока, МВт (Q) | Температура источника, °С |
|-------------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Дегазационный метан           | Сжигание в газопоршневых установках типа JMS 620                              | $W_M=0-108,5$                        | $Q_1=0-25,2$                       | 110                       |
| Угольная пыль                 | Сжигание в котлах с пылеугольными горелками и горелками на водоугольной смеси | $W_{II}=826,4$                       | $Q_2=198,3$                        | 110                       |
| Шахтные воды                  | Природный геотермальный и техногенный характер                                | $W_{вод}=69,2$                       | $Q_3=16,6$                         | 49                        |
| Отработанный рудничный воздух | Природный геотермальный и техногенный характер                                | $W_{рв}=58,4$                        | $Q_4=14$                           | 26                        |



Суммарные запасы ВНТ в отопительный период  $Q_{\text{ВНТ}}=97,4$  МВт, в остальное время  $Q_{\text{ВНТ}}=122,6$  МВт.

**Результаты исследования.** Для функционирования тепловой машины необходимы источник тепла с более высоким температурным уровнем – нагреватель и источник тепла с более низким температурным уровнем – холодильник. В нашем случае нагревателем является теплоноситель (вода), поступающий от источников ВНТ шахты. Его температура составляет  $+110^{\circ}\text{C}$ . Холодильником могут служить породы на глубине от 30 до 100 м со средней температурой  $+12^{\circ}\text{C}$  и атмосферный воздух при его температуре ниже  $+12^{\circ}\text{C}$ . Предлагаемая схема ТМУ (рис.1) включает два контура: водяной контур и контур НРТ. Водяной контур состоит из колонны эрлифта 6 со смесителем, теплообменника - компенсатора тепловых потерь 6.1, разделительного бака накопителя 7 со стабилизатором давления 8 и исполнительного устройства стабилизатора 11, линии подачи воды на гидротурбину и водяной гидротурбины 9.1, линии подачи воды 2 в колонну эрлифта. В качестве НРТ используется фреон R407с. Контур НРТ состоит из колонны эрлифта 6 со смесителем, разделительного бака накопителя 7, паровой линии НРТ с теплообменником – регенератором 5.1, конденсатора – регенератора 5 с теплообменником конденсатора и градирней 5.2, гидравлической линии подачи фреона 3 на гидротурбину, гидротурбины НРТ 9.2, линии подачи фреона на испаритель, испарителя – пароперегревателя 4 с теплообменником 1 подвода ВНТ и паровой линии подачи НРТ на смеситель эрлифта. Выходные валы гидротурбины 9.1 и гидротурбины 9.2, механически связаны с валом электрогенератора 10. Для возможности утилизации тепловых потерь при электрогенерации, генератор 10 выполнен водоохлаждаемым и его система охлаждения включена в схему подвода теплоносителя ВНТ.

Проанализируем работу установки в соответствии с термодинамическим циклом контура НРТ представленном на рисунке 2, в P–S координатах. При подводе теплоты в испарителе – пароперегревателе, НРТ испаряется и достигает параметров перегретого сухого пара (Точка В – Точка Г – Точка 1). Выходя из смесителя в колонне эрлифта, пар расширяется по изотерме (Точка 1 – Точка 2). Проходя через теплообменник – регенератор, пар отдаёт часть теплоты конденсату (Точка 2 – Точка 3).

Часть теплоты, также отдаётся конденсату в градирне (Точка 3 – Точка А). Оставшаяся теплота отводится теплообменником конденсатора (Точка А). Нагрев сконденсированного НРТ осуществляется в градирне, в регенеративной части конденсатора (Точка А – Точка Б), за

счёт диссипации в гидротурбине НРТ (Точка Б – Точка В) и завершается в испарителе – пароперегревателе.

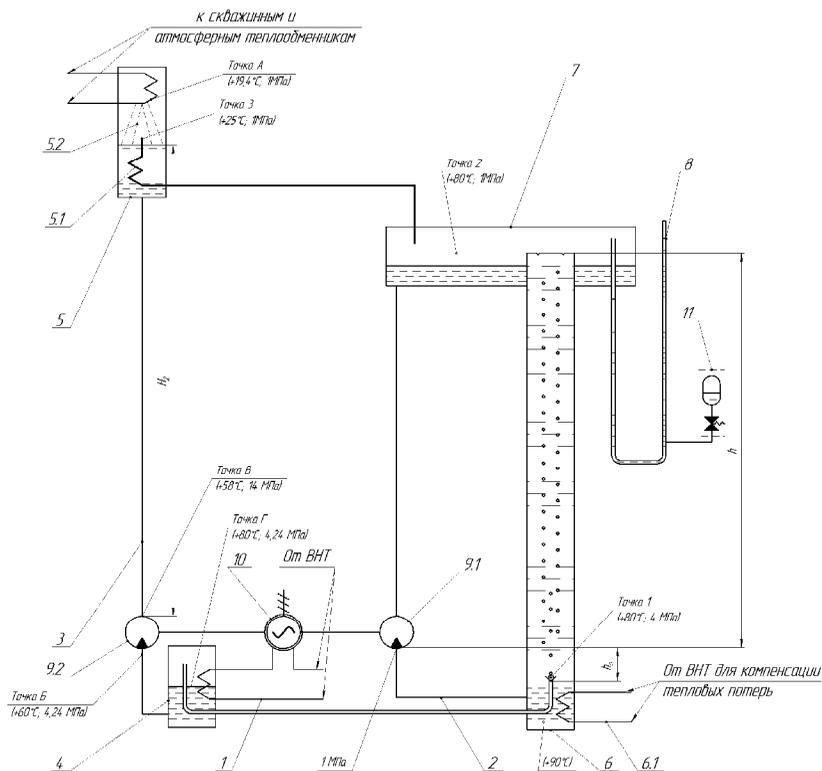


Рис. 1. Предлагаемая схема тепломашинной установки

Оптимальное значение удельного расхода НРТ, соответствующего максимальной подаче эрлифта, в работе [5] предложено в виде:

$$q_{\max} = \left( \frac{2}{\alpha} - 1 \right) \cdot \left( 1 + \frac{\rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_p}{2 \cdot p_7} \right) \cdot \left( \frac{M_{R407c}^3}{M_{H_2O}^3} \right), \text{ где}$$

$$\alpha = \frac{h_n}{H} = \frac{838}{1219} = 0,682, \text{ где } H = h_n + h = 381 + 838 = 1219 \text{ м} - \text{высота}$$

эрлифтной ступени в шахтном стволе.

$p_7 = 1 \text{ МПа} = 1 \cdot 10^6 \text{ Па}$  – давление над поверхностью излива в разделительном баке и на выходе гидротурбины 9.1.



$$\text{Из работы [7]: } h = \frac{p}{K-1} - 5 \frac{42,4}{2,2-1} - 5 = 381 \text{ м, где } p = 4,24 \text{ МПа} =$$

42,4 кг/см<sup>2</sup> – рабочее давление НРТ на выходе из смесителя (Точка 1).

$K=2,2$  – коэффициент погружения.

$$H_p = h \cdot K = 381 \cdot 2,2 = 838 \text{ м.}$$

$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ . Тогда

$$q_{\max} = \left( \frac{2}{0,682} - 1 \right) \cdot \left( 1 + \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 838}{2 \cdot 1 \cdot 10^6} \right) = 9,84 \frac{M_{R407c}^3}{M_{H_2O}^3}.$$

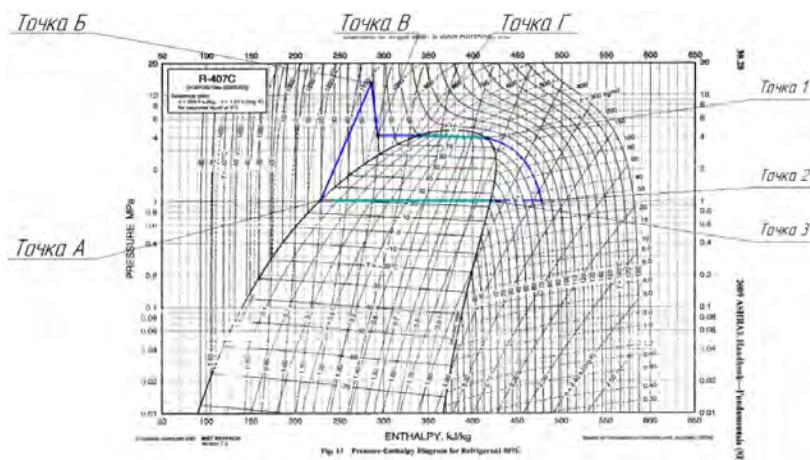


Рисунок 2 – Термодинамический цикл контура НРТ

Удельный вес перегретого пара НРТ над поверхностью излива -  $\gamma_{НРТ} = 32 \text{ кг/м}^3$ .

Оптимальный удельный массовый расхода НРТ:

$$q_{\max}^m = q_{\max} \cdot \gamma_{НРТ} = 9,84 \cdot 32 = 314,9 \frac{M_{R407c}^3}{M_{H_2O}^3}.$$

Количество ВНТ необходимое для подъёма 1 м<sup>3</sup> воды до уровня излива:

$$Q_{ВНТ, \text{yo}} = C_{cp} \cdot \Delta T \cdot q_{\max}^m = 3,37 \cdot 20 \cdot 314,9 + 70,16 \cdot 314,9 = 43324 \text{ кВт.}$$

Удельная мощность на выходном валу гидротурбины 9.1:

$$N_{H_2O} = \frac{q_{H_2O} \cdot g \cdot (h-1)}{1000} \cdot \eta_c = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot (381-1)}{1000} \cdot 0,7 = 2609,5 \text{ кВт.}$$

Удельная мощность на выходном валу гидротурбины 9.2:

$$N_{R407c} = \frac{q_{R407c} \cdot g \cdot (H_2 - p_4)}{1000} \cdot \eta_c = \frac{314,9 \cdot 9,81 \cdot (1400 - 424)}{1000} \cdot 0,7 = 2110,5 \text{ кВт,}$$

где  $p_4 = p = 4,24 \text{ МПа} = 424 \text{ м.}$

Удельная мощность электрогенерации:

$$N_{y\partial} = (N_{H_2O} + N_{R407c}) \cdot \eta_g = (2609,5 + 2110,5) \cdot 0,95 = 4484 \text{ кВт.}$$

КПД установки:

$$\eta = \frac{N_{y\partial}}{Q_{ВНТ_{y\partial}}} = \frac{4484}{43324} = 0,1.$$

Полная мощность электрогенерации:

$$N = N_{y\partial} \cdot \frac{Q_{ВНТ}}{Q_{ВНТ_{y\partial}}} = 4484 \cdot \frac{97400}{43324} = 10080,8 \text{ кВт} = 10,08 \text{ МВт.}$$

**Выводы.** Полная мощность электрогенерации составляет почти 50% мощности, потребляемой шахтой при угледобыче. Работа по подъёму воды осуществляется, практически, без затрат ВНТ за счет разности плотности составляющих БРТ (теплота затрачивается только на восполнение тепловых потерь оборудования и при наличии теплоизоляции не превышает 5% потребляемого ВНТ), что позволяет максимально использовать регенерацию теплоты в термодинамической схеме ТМУ за счёт гидростатического столба жидкой фазы БРТ обусловленного глубиной шахтного ствола. Однако, из расчёта видно, что реальный КПД такой установки достаточно низок ( $\eta = 10\%$ ), поэтому необходимо провести анализ гибридной схемы ТМУ в состав которой, наряду с эрлифтом, входила бы ПТУ на НРТ и компрессионная или абсорбционная холодильная машина, для получения максимального теплоперепада на ПТУ, независимо от изменения внешних факторов (сезонные колебания количества ВНТ, сезонные и суточные колебания температуры атмосферного воздуха). На наш взгляд, это должно привести к значительному повышению среднего КПД за годовой цикл работы.

#### **Библиографический список:**

1. Оценка показателей энергогенерирующей станции с низкокипящим рабочим телом в условиях угольной шахты [Текст] / А.Б. Бирюков, В.В. Варакута, П.А. Гитиев, А.С. Приходько // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №. 4. – С. 12-19.



2. Пути использования низкопотенциальных возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов угольных шахт [Текст] / А.Б. Бирюков, В.В. Варакута, Д.И. Пархоменко, П.А. Гнителив // Вестник МЭИ. – 2018. – № 5. – С. 24–33.

3. Оценка эффективности энергогенерирующей станции, утилизирующей вторичную и низкопотенциальную теплоту в условиях угольных шахт, методом термодинамического анализа [Текст] / А.Б. Бирюков, В.В. Варакута, П.А. Гнителив // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №. 2. – С. 12–20.

4. Arti Refrigerant Database. Primary and Recently-Added Citations / Prepared by James M. Calm for the Air-Conditioning and Refrigeration Technology Institute. USA, 323 p.

5. Исследования режимов работы эрлифта для подъема пульпы повышенной плотности [Текст] / Ф. Ф. Стифеев // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2014. – № 3. – С. 89–95.

6. Предварительный национальный стандарт гидроэлектростанции. Номенклатура машинного оборудования: ПНСТ 50-2015 ИЕС/TR 61364 (1999). – Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2016. – 76 с.

7. Оценки методов транспортировки жидкостей эрлифтными устройствами [Текст] / М. В. Василевский, В. И. Романдин // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 1 (2). – С. 120–125.



УДК 621.313.333

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С НЕССИМЕТРИЕЙ ФАЗНЫХ ОБМОТОК СТАТОРА И НАСЫЩЕНИЕМ МАГНИТОПРОВОДА

Митрофанов Н.А.

Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, Россия

Рассматриваются переходные процессы синхронной машины при учёте насыщения её магнитной системы. Предложен метод численного моделирования переходных процессов синхронной машины с возможностью учёта несимметрии обмотки статора и насыщения магнитной системы. Метод основан на непосредственном решении дифференциальных уравнений равновесия э.д.с. и падений напряжений в обмотках в фазных координатах совместно с уравнением движения ротора. При этом контур каждой фазной обмотки статора описывается отдельным уравнением, и могут быть учтены отличающиеся параметры фаз. Математическая модель синхронного генератора, работающего на активно-индуктивную нагрузку реализована в программном пакете MATLAB. Выполнен учёт влияния демпферных обмоток на переходной процесс, вызванный внезапным коротким замыканием в системе, и произведено сравнение с моделью, где отсутствуют демпферные обмотки. Проведен анализ результатов моделирования при учёте насыщения магнитной системы машины. Полу-

*ченные результаты позволили сделать вывод об адекватности реализованной модели.*

*Ключевые слова: синхронная машина, переходной процесс, электро-энергетическая система, дифференциальные уравнения, численный метод, насыщение магнитопровода*

## **Введение**

Известно, что аналитическое исследование электромагнитных и электромеханических переходных процессов в синхронной машине с учетом всех влияющих факторов является весьма сложной задачей. В связи с чем для упрощения расчета приходится делать ряд допущений, которые вносят некоторые погрешности в оценку рассматриваемых параметров синхронной машины. К основным допущениям, применяемым в практических методах расчета, можно отнести следующие [1]:

- Магнитная система машины не насыщена, в результате чего индуктивности машины не зависят от намагничивающей силы;
- Считается, что конструкция машины обеспечивает полную симметрию фазных обмоток статора. Ротор также симметричен относительно своих продольной и поперечной осей.

Однако в некоторых случаях принятые при расчете допущения не позволяют выявить и провести корректный анализ ненормальных режимов синхронной машины. К такому режиму, например, можно отнести несимметрию фазных обмоток статора, вызванную наличием витковых замыканий в одной из них и насыщение магнитной системы машины.

Существующие программные пакеты моделирования переходных процессов в электроэнергетических системах, такие как MATLAB Simulink [2], PSCAD, Mustang, используют для описания электромагнитных процессов синхронной машины уравнения Парка–Горева [1], которые записываются в неподвижной относительно ротора системе координат и предполагают полную симметрию фазных обмоток статора. Очевидно, что такой метод моделирования не может быть применен для расчета процессов в поврежденной синхронной машине с отличающимися параметрами фазных обмоток.

В исследовании приведен вывод системы дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы трехфазной синхронной машины с учетом индивидуальных активных сопротивлений и индуктивностей обмоток.

**Исходные уравнения, характеризующие работу синхронной машины**



Рассмотрим синхронную машину, имеющую три фазных обмотки, контур возбуждения, а также одну продольную и одну поперечную демпферные обмотки.

Обозначим через  $u_\eta$  ( $\eta=a, b, c$ ) и  $u_f$  – мгновенные значения напряжений на фазных обмотках и обмотке возбуждения соответственно;  $i_\eta$  и  $i_f$  – мгновенные значения токов;  $\psi_\eta$  и  $\psi_f$  – результирующие потокоцепления обмоток;  $R_\eta$  и  $R_f$  – активные сопротивления фазных обмоток и обмотки возбуждения. Тогда дифференциальные уравнения равновесия э.д.с. и падений напряжений в контурах синхронной машины будут иметь вид [1]:

$$\begin{cases} u_\eta = -\frac{d\psi_\eta}{dt} - R_\eta i_\eta & (\eta=a, b, c); \\ u_f = \frac{d\psi_f}{dt} + R_f i_f. \end{cases} \quad (1)$$

Кроме того, систему дифференциальных уравнений (1) следует дополнить уравнениями равновесия э.д.с. и падений напряжений в демпферных контурах:

$$\begin{cases} 0 = -\frac{d\psi_{yd}}{dt} - R_{yd} i_{yd}; \\ 0 = -\frac{d\psi_{yq}}{dt} - R_{yq} i_{yq}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\psi_{yd}$  и  $\psi_{yq}$  – результирующие потокоцепления продольной и поперечной демпферных обмоток соответственно,  $R_{yd}$  и  $R_{yq}$  – их активные сопротивления,  $i_{yd}$  и  $i_{yq}$  – мгновенные значения токов в демпферных контурах.

Предлагаемый метод расчета переходных процессов основан на совместном решении уравнений (1) и (2), дополненных выражениями падений напряжений на сопротивлениях нагрузки. Такой подход делает возможным моделирование синхронной машины с различными параметрами фазных обмоток за счет описания электромагнитных процессов в каждой фазе отдельным дифференциальным уравнением.

Дифференциальные уравнения для генератора, работающего на автономную нагрузку со схемой соединения «треугольник»

В работе рассмотрен случай работы генератора на автономную нагрузку, подключенную по схеме «треугольник» рисунок 1.

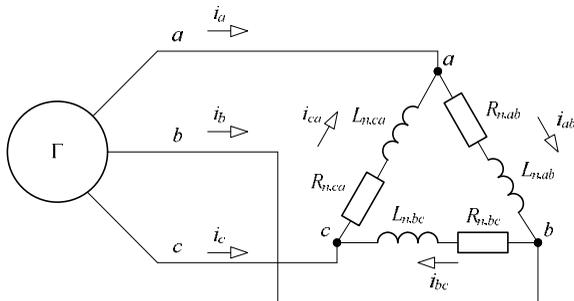


Рис. 1. Схема подключения нагрузки

Решение системы уравнений (1) включает в себя определение производной  $d\psi_k/dt$  от сложной функции, зависящей от токов в контурах и угла поворота ротора. Для этого к системе (2) применим следующую формулу производной сложной функции:

$$\frac{d\psi_k}{dt} = \frac{\partial\psi_k}{\partial\gamma} \frac{d\gamma}{dt} + \sum_m \frac{\partial\psi_m}{\partial i_m} \frac{di_m}{dt}, \quad (k, m=ab, bc, ca, f, yd, yq)$$

и подставим полученные выражения в (1). Так как процесс определения производных для разных контуров однотипен, рассмотрим лишь одно уравнение для контура “ab” статора:

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_{ab}}{dt} &= \frac{\partial\psi_{ab}}{\partial\gamma} \omega + \frac{di_{ab}}{dt} L_{ab.e} + \frac{di_{bc}}{dt} M_{.ab.e} + \frac{di_{ca}}{dt} M_{ca.e} + \left( M_{af} - M_{bf} \right) \frac{di_f}{dt} + \\ &+ \left( M_{ayd} - M_{byd} \right) \frac{di_{yd}}{dt} + \left( M_{ayq} - M_{byq} \right) \frac{di_{yq}}{dt} = -L_{n.ab} \frac{di_{ab}}{dt} - u_{\Sigma ab}. \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнения для остальных контуров могут быть получены тем же способом. Частную производную потокоцепления по углу, входящую в (3), определим как:

$$\begin{aligned} \frac{\partial\psi_{ab}}{\partial\gamma} &= \frac{dL_{ab.e}}{d\gamma} i_{ab} + \frac{dM_{.ab.e}}{d\gamma} i_{bc} + \frac{dM_{ca.e}}{d\gamma} i_{ca} + \frac{d(M_{af} - M_{bf})}{d\gamma} i_f + \\ &+ \frac{d(M_{ayd} - M_{byd})}{d\gamma} i_{yd} + \frac{d(M_{ayq} - M_{byq})}{d\gamma} i_{yq}. \end{aligned} \quad (4)$$

Полученные в (4) производные индуктивностей по углу можно определить, зная исходные выражения индуктивностей, полученные в [3].

В результате подстановки (4) в (3) получим уравнение, связывающее функции времени – токи в обмотках и угол поворота ротора – и производные этих функций.



При рассмотрении всех контуров синхронной машины вместо одного уравнения (3) получим следующую систему уравнений в матричном виде для нагрузки, подключенной по схеме «треугольник»:

$$\begin{bmatrix} L_{ab\Sigma} & M_{ab.e} & M_{ca.e} & M_{abf} & M_{abyd} & M_{abyq} \\ M_{ab.e} & L_{bc\Sigma} & M_{bc.e} & M_{bcf} & M_{bcyd} & M_{bcyq} \\ M_{ca.e} & M_{bc.e} & L_{ca\Sigma} & M_{caf} & M_{cayd} & M_{cayq} \\ M_{abf} & M_{bcf} & M_{caf} & L_f & M_{fyd} & 0 \\ M_{abyd} & M_{bcyd} & M_{cayd} & M_{fyd} & L_{yd} & 0 \\ M_{abyq} & M_{bcyq} & M_{cayq} & 0 & 0 & L_{yq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} di_{ab}/dt \\ di_{bc}/dt \\ di_{ca}/dt \\ di_f/dt \\ di_{yd}/dt \\ di_{yq}/dt \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(\partial\psi_{ab}/\partial\gamma)\omega - u_{\Sigma ab} \\ -(\partial\psi_{bc}/\partial\gamma)\omega - u_{\Sigma bc} \\ -(\partial\psi_{ca}/\partial\gamma)\omega - u_{\Sigma ca} \\ -(\partial\psi_f/\partial\gamma)\omega - R_f i_f + u_f \\ -(\partial\psi_{yd}/\partial\gamma)\omega - R_{yd} i_{yd} \\ -(\partial\psi_{yq}/\partial\gamma)\omega - R_{yq} i_{yq} \end{bmatrix} \quad (5)$$

где  $M_{kf}, M_{kyd}, M_{kyq}$  ( $k=ab, bc, ca$ ) - значения взаимной индуктивности обмотки возбуждения, продольной и поперечной демпферных обмоток.

Полученная система уравнений (5) позволяет определять производные токов в обмотках по известным значениям функций (токов, угла поворота ротора и частоты).

Для описания электромеханических процессов синхронной машины воспользуемся дифференциальным уравнением движения ротора в форме д'Аламбера [4]:

$$M_T - J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\partial W_M}{\partial \gamma} = 0, \quad (6)$$

где  $M_T$  – момент турбины,  $J$  – момент инерции ротора,  $W_M$  – энергия магнитных полей машины, которая может быть определена по формуле [5]:

$$W_M = \frac{1}{2} \sum_k i_k \psi_k, \quad k = a, b, c, f, yd, yq. \quad (7)$$

При подстановке (7) в (6) и преобразований получим следующее выражение для расчета производной частоты по известным значениям функций:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_T}{J\omega} + \frac{1}{2J} \cdot \left( i_a \frac{\partial \psi_a}{\partial \gamma} + i_b \frac{\partial \psi_b}{\partial \gamma} + i_c \frac{\partial \psi_c}{\partial \gamma} + i_f \frac{\partial \psi_f}{\partial \gamma} + i_{yd} \frac{\partial \psi_{yd}}{\partial \gamma} + i_{yq} \frac{\partial \psi_{yq}}{\partial \gamma} \right), \quad (8)$$

где  $P_T$  – мощность турбины. Частные производные потокосцеплений по углу, полученные в (8), входят также в систему уравнений (5), и их определение уже рассмотрено ранее.

Для получения полной системы дифференциальных уравнений, описывающих переходные процессы синхронной машины, необходимо (5) и (8) дополнить связью между угловой частотой и углом поворота ротора:

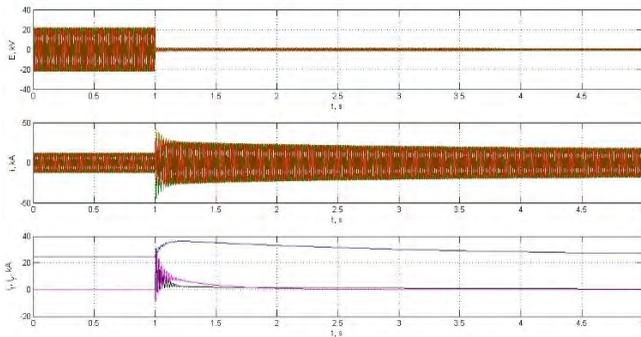
$$\frac{d\gamma}{dt} = \omega. \quad (9)$$

**Анализ влияния демпферных обмоток на переходной процесс в реализуемой модели**

В качестве примера выполнены расчеты переходных процессов генератора ТВВ-200-2АУ3 с полной симметрией фазных обмоток статора и следующими параметрами:  $S_{НОМ}=235.3 \text{ МВ}\cdot\text{А}$ ,  $U_{НОМ}=15.75 \text{ кВ}$ ,  $f_{НОМ}=50 \text{ Гц}$ ,  $x_d=2.106$ ,  $x'_d=0.272$ ,  $x''_d=0.1805$ ,  $x_q=2.106$ ,  $x''_q=0.1805$ ,  $x_\sigma=0.166$ ,  $T'_d=0.91 \text{ с}$ ,  $T''_d=0.114 \text{ с}$ ,  $T''_q=0.114 \text{ с}$ , активное сопротивление обмотки статора  $R_s=0.00152 \text{ Ом}$ .

Работа машины рассматривается при трехфазном коротком замыкании на выводах генератора и его работе в нагрузочном режиме для двух расчетных моделей: с учётом продольной и поперечной демпферных обмоток; без демпферных обмоток.

Результаты расчетов при трехфазном коротком замыкании на выводах генератора и его работе в нагрузочном режиме с учётом продольной и поперечной демпферных обмоток приведены на рисунке 2.



*Рис. 2. Результаты расчетов для модели с учётом продольной и поперечной демпферных обмоток*

Результаты расчетов при трехфазном коротком замыкании на выводах генератора и его работе в нагрузочном режиме в модели без демпферных обмоток приведены на рисунке 3.

Из сравнения полученных результатов при трехфазном коротком замыкании на выводах генератора и его работе в нагрузочном режиме можно увидеть, что в модели с учётом продольной и поперечной демпферных обмоток: амплитудное значение тока фазного контура



статора  $i_a=42.6$  кА . При моделировании генератора без демпферных обмоток значение тока составляет  $i_a=38.9$  кА . Время затухания апериодической составляющей тока к.з. фазы «А» до уровня 26 кА: при учёте продольной и поперечной демпферных обмоток составляет  $t_3=0.25$  с ; без демпферных обмоток  $t_3=0.47$  с .

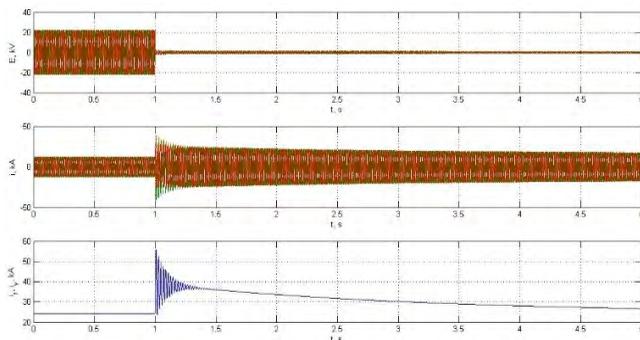


Рис. 3. Результаты расчетов для модели без демпферных обмоток

### Анализ влияния насыщения магнитной системы на переходной процесс в реализуемой модели

Работа машины рассматривается в нескольких режимах: нормальном установившемся режиме при вариации нагрузки, подача напряжения на обмотку возбуждения при отключенной нагрузке. Во втором режиме сравниваются значения э.д.с. на фазных выводах обмотки статора с учётом насыщения магнитной системы и без. Генератор работает на автономную активно-индуктивную нагрузку, подключенную по схеме «звезда» с нулевым проводом. Подробнее о выводе дифференциальных уравнений равновесия э.д.с. и падений напряжений в обмотках со схемой соединения нагрузки «звезда» с нулевым проводом изложено в [3]. Значение тока возбуждения в расчетах приведено к обмотке статора генератора.

Таблица 1.

Анализ влияния насыщения при подаче напряжения на обмотку возбуждения при отключенной нагрузке

|               |            |      |       |       |       |      |
|---------------|------------|------|-------|-------|-------|------|
| С насыщением  | $e_a$ , кВ | 12,9 | 13,6  | 16,1  | 18,2  | 19,2 |
| Без насыщения |            | 14,5 | 15,6  | 20,2  | 26,5  | 31,1 |
| $i_f$ , кА    |            | 9,77 | 10,51 | 13,67 | 17,87 | 21   |

Сравнение полученных результатов режима холостого хода генератора показывает, что моделирование при отсутствии насыщения магнитной системы машины не позволяет получить достоверные результаты. В режиме х.х. значения э.д.с. на фазных выводах обмотки статора значительно отличаются от реальной характеристики холостого хода машины. В нормальном установившемся режиме рассматриваются несколько значений нагрузки генератора:  $0,25S_{nom}$ ;  $0,5S_{nom}$ ;  $0,75S_{nom}$ ;  $S_{nom}$ .

**Таблица 2.**

**Анализ влияния насыщения в нормальном установившемся режиме при вариации нагрузки.**

|                   |            |               |              |               |           |
|-------------------|------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| С насыщением      | $e_a$ , кВ | 11,6          | 11,55        | 11,41         | 11,36     |
|                   | $i_a$ , кА | 2,81          | 5,65         | 8,31          | 11,34     |
| Без насыщения     | $e_a$ , кВ | 12,85         | 12,87        | 12,81         | 12,84     |
|                   | $i_a$ , кА | 3,07          | 6,15         | 8,98          | 12,23     |
| $i_{f0}$ , кА     |            | 10,97         | 14,46        | 18,07         | 22,54     |
| $\Delta i_f$ , кА |            | 1,43          | 1,59         | 2,08          | 2,25      |
| $S$ , о.е.        |            | $0,25S_{nom}$ | $0,5S_{nom}$ | $0,75S_{nom}$ | $S_{nom}$ |

Сравнение полученных результатов нормального установившегося режима генератора показывает, что моделирование при отсутствии насыщения магнитной системы машины не позволяет получить достоверные результаты. В нормальном режиме работы значения э.д.с. на фазных выводах обмотки статора существенно отличаются от номинальных значений фазного напряжения рассматриваемого генератора. Так же с ростом значения нагрузки увеличивается провал напряжения.

### **Выводы**

Полученные в ходе исследования результаты анализа влияния демпферных обмоток и насыщения магнитной системы на условия протекания переходных процессов в расчетной модели генератора свидетельствуют о полноте и достоверности предлагаемого численного метода моделирования.

Реализованная математическая модель дает возможность рассматривать влияние несимметрии фазных контуров статора и насыщения магнитной системы при моделировании синхронной машины, что позволяет корректней оценивать результаты различных режимов работы генератора и своевременно выявлять аварийные режимы.



В перспективе предлагаемый метод позволит использовать результаты расчетов переходных процессов синхронной машины для анализа работы и создания новых алгоритмов релейной защиты генераторов электростанций.

**Библиографический список:**

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. – М.: Энергия, 1970, – 518 с.
2. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. – Москва: ДМК Пресс, 2013. – 288 с.
3. Глазырин Г. В. Моделирование переходных процессов синхронной машины с несимметрией фазных обмоток статора: Вестник МЭИ. –2017. –№5. – С. 34–39.
4. Горев А.А. Переходные процессы синхронной машины. – Л., Наука, 1985. – 502 с.
5. Жданов П. С. Вопросы устойчивости электрических систем. – М.: Энергия, 1979, – 456 с., ил.



УДК 611.57

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРЮЧИХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

**Зеленухо Е.В.**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь*

*Проведен анализ эффективности использования горючих вторичных энергетических ресурсов в качестве топлива. Представлены результаты исследования топливных характеристик льнокостры, отсева фрезерного торфа и древесных опилок.*

Одним из важнейших приоритетов государственной энергетической политики в Республике Беларусь наряду с устойчивым обеспечением страны энергоносителями является создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эффективном использовании топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Государственной программой «Энергосбережение» на 2016-2020 гг. предусматривается получение объема экономии ТЭР в результате реализации энергосберегающих мероприятий порядка 5 млн. т у.т. [1]. В связи с этим актуальным является вовлечение в топливно-энергетический баланс предприятий вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Необходимость использования ВЭР объясняется тем, что

коэффициент полезного использования (КПИ) энергоресурсов в Республике Беларусь и странах СНГ – главный показатель эффективности производства – не достигает 40% и свидетельствует о существовании ресурсов экономии.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об энергосбережении» [2] «вторичные энергетические ресурсы – энергия побочных и промежуточных продуктов, отходов производства (потерь), получаемых в технологических агрегатах и установках, технологических процессах, функциональное назначение которых не связано с ее производством, не используемая в самих агрегатах, установках, процессах».

Различают горючие, тепловые и вторичные энергетические ресурсы избыточного давления.

Горючие ВЭР – это горючие газы и отходы одного производства, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива в других установках и не пригодные для дальнейшего использования в данном технологическом процессе.

Тепловые ВЭР – это физическая теплота отходящих газов, основной и побочной продукции производства, теплота золы и шлаков, теплота горячей воды и пара, отработанных в технологических установках, теплота рабочих тел систем охлаждения технологических установок.

ВЭР избыточного давления – это потенциальная энергия покидающих установку газов, воды, пара с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферный воздух.

Основными направлениями использования вторичных энергетических ресурсов являются: топливное - непосредственно в качестве топлива; тепловое – непосредственно в качестве тепла или для выработки тепла в утилизационных установках; силовое – в виде электрической или механической энергии, полученной в утилизационных установках; комбинированное – в качестве электрической (механической) энергии и тепла, полученных одновременно в утилизационных установках.

В работе проведены исследования по определению топливных характеристик горючих вторичных энергетических ресурсов: отсева торфа различной фракции (мелкая фракция <7 мм; средняя фракция 7-10 мм; крупная фракция >10 мм), отходов древесины (древесные опилки) и льнокостры. Выбор данных образцов горючих ВЭР обусловлен развитием в республике предприятий торфяной, льняной и деревообрабатывающей промышленности.



Ежегодно добывается от 1,2 до 3,2 млн. тонн фрезерного торфа, от 5 до 15 тыс. тонн кускового торфа. Основной торфяной продукцией являются брикеты топливные на основе торфа. Так, в 2016 г. их производство составило 866,3 тыс. тонн, к 2020 г. прогнозируется увеличение объема до 1028 тыс. тонн в год [3]. Отсев торфа – это сырьевой отход, образующийся в ходе производства топливных брикетов. Например, при годовой мощности предприятия торфяной промышленности по производству топливных брикетов – 60 тыс. тонн, отсев фрезерного торфа составляет около 10 тыс. тонн.

Льнокостра является отходом переработки льнотресты, и представляет собой одревесневшие части стеблей лубяных растений, получаемые при их первичной обработке в процессе декорткации. Костра составляет 65-70% массы льняного стебля.

Эффективность использования горючих вторичных энергетических ресурсов в качестве топлива зависит от следующих качественных характеристик: теплоты сгорания, определяющей энергетическую ценность ресурсов, влажности, зольности, химического состава.

Определение общей теплотворной способности проб проводилось в бомбовом калориметре IKA WERKE C2000. Измерения общей влажности и зольности анализируемых образцов проводились на термогравиметрическом анализаторе TGA701 фирмы LECO. Съёмка проводилась по установленной программе с чередованием окислительной (кислородной) и инертной (азотной) сред. Исследования химического состава анализируемых проб выполнены на анализаторе «CHN628» фирмы LECO [4].

Результаты исследований общей теплотворной способности проб приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Определение общей теплотворной способности проб**

| Проба                                       | Масса навески, г | H <sub>o</sub> , Дж/г |
|---|------------------|-----------------------|
| Фрезерный торф<br>(мелкая фракция <7мм)     | 0,999            | 15 666                |
| Фрезерный торф<br>(средняя фракция 7-10 мм) | 1,035            | 15 888                |
| Фрезерный торф<br>(крупная фракция >10 мм)  | 0,492            | 15 959                |
| Древесные опилки                            | 0,437            | 19 135                |
| Льнокостра                                  | 0,343            | 18 430                |

Результаты определения общей влажности, зольности и химического состава анализируемых проб представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Результаты определения общей влажности, зольности и химического состава анализируемых проб**

| Проба                                    | Общая влажность, % | Зольность на сухое состояние, % | Содержание, % |      |      |      |
|--|--------------------|---------------------------------|---------------|------|------|------|
|  |                    |                                 | C             | H    | N    | S    |
| Фрезерный торф (мелкая фракция <7мм)     | 10,50              | 16,76                           | 45,50         | 5,17 | 3,12 | 0,12 |
| Фрезерный торф (средняя фракция 7-10 мм) | 34,15              | 15,56                           | 55,30         | 6,16 | 3,45 | 0,27 |
| Фрезерный торф (крупная фракция >10 мм)  | 40,30              | 10,05                           | 58,59         | 5,57 | 3,81 | 0,24 |
| Древесные опилки                         | 6,37               | 0,29                            | 51,30         | 6,94 | 0,07 | 0,00 |
| Льнокостра                               | 7,17               | 5,99                            | 48,40         | 6,95 | 0,73 | 0,01 |

Анализ результатов исследования топливных характеристик рассматриваемых горючих вторичных энергетических ресурсов показал, что отсев торфа крупной фракции, древесные опилки и льнокостра обладают наиболее высокой теплотворной способностью, наибольшим суммарным содержанием горючих элементов и наименьшей зольностью на сухое состояние.

Среди возможных направлений использования рассматриваемых горючих вторичных энергетических ресурсов можно выделить их использование в качестве котельно-печного топлива на профильных предприятиях для получения тепловой энергии, в частности торфобрикетные заводы, деревообрабатывающие комбинаты, льнозаводы. Также к перспективным направлениям относится поставка горючих ВЭР на предприятия горноперерабатывающего профиля, например, производство цемента для обжига клинкера.

Использование горючих вторичных энергетических ресурсов в топливном балансе предприятий позволит получить экономию ТЭР и снизить себестоимость продукции за счет снижения затрат на энергоносители.

**Библиографический список**

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016-2020 гг. Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2016 г. №248.
2. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 08.01.2015 г. №239-3.



3. Отраслевая программа развития организаций торфяной промышленности, входящих в систему Министерства энергетики Республики Беларусь на 2017-2020 годы. Утв. постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь 29.12.2017 г. №55.

4. Зеленухо Е.В., Кацило В.В. Повышение эффективности использования топливных ресурсов при производстве энергии. Сборник научных трудов Международного форума-конкурса молодых ученых. Часть I.- Санкт-Петербург, 2014.- с.193-195.



УДК 628.218

## О НЕДОРАБОТКАХ В СП 32.13330.2012

**Белоусов Р.О.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

**Злобин Е.К.**

*ООО «Геффен», г.Тула, Россия*

*Рассматривается проблема проектирования сетей водоотведения от небольшого числа водопотребителей*

С первого января 2013 основным документом по проектированию наружных сетей водоотведения стал СП 32.13330.2012. «Канализация. Наружные сети и сооружения», сменивший СНиП 2.04.03-85.

В «старом» СНиПе для определения расчетных расходов водоотводящих сетей при малых среднесуточных расходах (до 5 л/с) предлагалось использовать методику расчета расходов для внутренних сетей водоотведения, что в итоге **всегда** давало расчетный расход более 1,6 л/с.

Из «нового» СП такую методику исключили, то есть предлагается определять расчетные расходы обычным путем, что при малом количестве водопотребителей приводит к очень маленьким расчетным расходам.

Рассмотрим к чему это привело на типичном примере.

Предположим, имеем квартальную сеть бытовой канализации (Ø150 мм, длина 100 м, глубина промерзания грунта 1,4 м, плоский рельеф местности) отводящую стоки от нескольких коттеджей с общим населением 50 человек.

Тогда [1]; [2]:

- среднесуточный расход:  $250 \text{ (л/(чел. сут))} \times 50 = 12500 \text{ л/сут}$  (0,145 л/сек);

- расчетный расход:  $0,145 \times 3 = 0,435$  л/с;
- для обеспечения «незаиляющей» скорости в трубах (0,7 м/с) требуется их прокладка с продольным уклоном не менее, чем 0,065;
- перепад высот  $0,065 \times 100 = 6,5$  м. С учетом минимальной глубины первого колодца  $1,4 - 0,3 = 1,1$  м получаем глубину последнего колодца 7,6 м, что совершенно неприемлемо.

Выводы: требуется внести дополнение в СП 32.13330.2012 с точным указанием как проектировать сети с малыми среднесуточными расходами:

1 вариант – вернуть для них методику расчета расходов для внутренних сетей водоотведения;

2 вариант – убрать для таких сетей требование обеспечения минимальных скоростей («нерасчетные» участки) и указать минимально допустимые продольные уклоны назначаемые конструктивно.

**Библиографический список:**

1. СП 32.13330.2012. «Канализация. Наружные сети и сооружения
2. СП 30.13130.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий



УДК 662.6/9.001.5

## **ОСОБЕННОСТИ СЖИГАНИЯ ЖИДКИХ ТОПЛИВ И ВЛИЯНИЯ НА ЛУЧИСТЫЙ ТЕПЛООБМЕН САЖИСТЫХ ЧАСТИЦ**

**Солодков С.А.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*На основе теоретических и экспериментальных исследований показано влияние качества жидкого топлива на концентрацию и дисперсность сажистых частиц, образующихся при его сжигании, а также дисперсности сажистого углерода на излучательные свойства пламени.*

Жидкое топливо (мазут) поступает в камеру сгорания в виде тонко распыленных мелких капель. В результате быстрого прогрева капли топочными газами начинается испарение с выделением лёгких парообразных и газообразных компонентов. Вначале испарение топ-



лива происходит с поверхности за счет подводимой теплоты, затем пары топлива смешиваются с воздухом, разогреваются до температуры воспламенения и загораются.

Испаряющееся с поверхности капли пары топлива образуют облако, диффундирующее в окружающую среду, а навстречу потоку паров топлива к поверхности частицы проникает кислород. На некотором расстоянии от капли достигается стехиометрическое соотношение между горючими парами топлива и кислородом, здесь смесь воспламеняется образуя сферический фронт горения.

В реальных условиях сжигания жидких топлив скорость горения определяется двумя процессами: интенсивным испарением топлива и диффузией кислорода к зоне горения.

В зоне повышенных концентрациях топливных частиц пары топлива могут вытесняют воздух из межкапельного пространства. В результате недостатка кислорода в этой зоне пары топлива при нагревании подвергаются коксованию с выделением сажистых частиц.

Распределение сажистых частиц по размерам и их концентрация в основном обуславливается качеством жидкого топлива, его температурой, степенью однородности горючей смеси, величиной коэффициента избытка воздуха и температурным полем топки. [1].

При переходе с сжигания мазута на водомазутные эмульсии (ВМЭ) наблюдается изменение условий лучистого теплообмена и сокращение вредных выбросов в атмосферу. В связи с этим сделана попытка объяснить это влияние на основе некоторых особенностей образования и выгорания твердых частиц, принимая во внимание протекания отдельных гетерогенных процессов на их поверхности.

Известно, что эффективность сжигания жидкого топлива во многом определяется скоростью его испарения.

Как было установлено [2, 3], в результате наличия процесса микродробления капель эмульгированного водой мазута сжигание дисперсной топливной системы в виде ВМЭ способствует значительному повышению скорости испарения топлива. Испарения капель эмульсии можно охарактеризовать практически одновременным выходом всех испаряемых фракций, сопровождающимся термическим разложением высокомолекулярных соединений. При этом нефтяной кокс образуется с самого начала превращения капли. Его частицы накапливаются на поверхности, образуя тонкую сетку. По мере убывания жидкой фазы сетка начинает выступать над жидкой поверхностью. После полного испарения остается высокопористый коксовый остаток.

При сжигании исходного мазута образуется малопористый коксовый остаток. Объяснением тому служит несколько меньшая по сравнению с эмульсией скорость

испарения топлива. При этом радиус мазутных капель убывает медленнее эмульсионных, что создает определенные условия для более длительного пополнения поверхностного слоя испаряемой среды. Иными словами, средняя молекулярная масса мазутной капли увеличивается менее интенсивно по сравнению с каплей эмульсии.

При сжигании ВМЭ было обнаружено снижения коксовых остатков почти в 2 раза, что может найти объяснение в их более высокой пористости и исходной дисперсности по сравнению с нефтяным коксом, образующимся при сжигании мазута.

Повышение интенсивности испарения капель топлива оказывается значительное влияние на концентрацию и дисперсность сажистых частиц. Максимум сажеобразования наблюдается вблизи диффузионной области реакции, характеризующейся наибольшими температурами [4]. При этом протекают реакции окисления, газификации и конверсии. Окисление сажи является тем процессом, от которого в основном зависит изменение размеров и концентрации сажи.

Таким образом, повышение интенсивности испарения топлива, связанное с использованием ВМЭ, способствует более раннему, а значит более быстрому и полному контакту с кислородом, как углеводородов газовой фазы, так и взвешенных в ней твердых горючих остатков. В первом случае понижается возможность образования и рост сажистых частиц, во втором - их выбросов.

По мере уменьшения концентрации кислорода большую роль начинают приобретать процессы газификации и конверсии. В этом случае также предпочтительнее является использование ВМЭ. Увеличение парциального давления водяного пара не только интенсифицирует реакцию  $C+H_2O$ , но и резко подавляет выход  $CO$ .

Рост дисперсности сажистых частиц при сжигании водомазутных эмульсий также находит объяснение в повышении скорости процесса испарения топлива, при котором в определённый момент создаются условия пересыщения углеводородного пара. Такое пересыщение обеспечивает рост концентрации зародышей сажи. Однако последующий быстрый и полный контакт испарившихся углеводородов с достаточным количеством окислителя и водяными парами интенсифицирует процесс их сжигания, тормозя тем самым гетерогенную реакцию роста частиц путем уменьшения объемной концентрации радикалов-зародышей.



Таким образом, для сажи, образующейся при сжигании водомазутных эмульсий, условия образования и выгорания будут наиболее благоприятными как с точки зрения окисления и газификации, так и в отношении сокращения времени процесса.

В связи с тем, что сажистые частицы образуются из углеводородов газовой фазы, можно утверждать о том, что нижний предел их размеров практически отсутствует. Теоретически они соизмеримы с размерами молекул углеводородного пара. Поэтому определение среднего размера высокодисперсных частиц целиком зависит от решающей способности увеличенного оборудования.

Дисперсность сажи ( $\alpha$ ) и тепловая мощность топки ( $q_v$ ) оказывают противоположное воздействие по сравнению с влиянием указанных факторов на концентрацию частиц сажистого углерода в дымовых газах.

Анализ микрофотографий частиц сажи, отобранных на выходе из топки при сжигании мазута и ВМЭ, показывает, что с ростом  $\alpha$  их размеры увеличиваются, а с увеличением  $q_v$  уменьшаются.

Характер изменения среднего диаметра капелек воды ( $d_{\text{до}}$ ) в зависимости от  $\alpha$  и  $q_v$  можно объяснить, следуя точке зрения П.А. Теснера, согласно которой температура определяет число возникших зародышей сажи, время процесса - рост частиц. Снижение  $\alpha$  и рост  $q_v$  способствует интенсификации процесса сажеобразования с одновременным возрастанием температурного уровня процесса.

При сжигании ВМЭ средний размер сажи 2-3 раза меньше, чем при сжигании мазута.

Таким образом, путем изменения параметров  $\alpha$  и  $q_v$  можно регулировать результирующие излучения факела, а определяя концентрацию и размеры частиц сажи с последующей корректировкой параметров, оценивать эффективность сжигания топлива и добиваться наилучших условий его использования.

Пламена жидких топлив представляют собой сложную полидисперсную и многокомпонентную среду. Тепловое излучение такой среды в основном определяется радиационными свойствами твердых частиц. Сажистые частицы обычно очень малы и их диаметры всегда меньше основных длин волн спектра излучения промышленных пламен. Поэтому оптическая плотность сажистого излучения весьма слабо зависит от размеров частиц. В то же время, при сравнительно низких значениях безразмерных коэффициентов ослабления лучей сажистыми частицами, высокая степень черноты светящихся сажистых пламен достигается главным образом за счет большой концентрации частиц.

На основе полученных данных было подсчитано число сажи-стых частиц, образующихся при сжигании мазута и ВМЭ ( $W_p=15\%$ ), в области выходного топочного окна, которое составило соответственно  $1,5 \cdot 10^{14}$  и  $1,15 \cdot 10^{15}$  частиц/м<sup>3</sup>. Их излучающая поверхность составляет  $4,8 \text{ м}^2/\text{м}^3$  при использовании мазута  $7,6 \text{ м}^2/\text{м}^3$  при использовании ВМЭ.

Несмотря на то, что массовая концентрация сажи, образующаяся при сжигании мазута, оказывается выше, чем при сжигании эмульсии, штучная и поверхностная концентрации последней превращают аналогичные концентрации первой. Вероятно, что в высокотемпературной области факел такая разница будет значительно больше, что является ещё одним объяснением повышения интенсивности излучения факела при сжигании ВМЭ.

Действительно, при сжигании мазута в результате его относительно вялого испарения, не только процесс сажеобразования, но и процесс роста частиц протекает относительно долго. При сжигании ВМЭ время этих процессов сокращается. Это приводит к росту дисперсности частиц и к торможению гетерогенной реакции их роста, в результате чего облегчается выгорание сажи.

Следовательно, для сокращения разницы между конечными количеством и поверхностью частиц, образующихся при сжигании эмульсии и тем же возникающем при сжигании мазута, необходимо значительное начальное превышение первых над вторыми.

Из сказанного следует, что наиболее часто измеряемая на практике массовая концентрация сажи  $C_n$  не может однозначно характеризовать радиационные свойства пламени. При одних и тех же значениях  $C_n$  возможны различные величины поглотательной (излучательной) способности ( $a_o$ ). При одинаковых значениях  $C_n$  и толщиной излучающего слоя  $l$  величина  $a_o$  будет зависеть от величины коэффициента поглощения  $k$ , диаметра частиц  $d_{n0}$ , а следовательно, и от их штучной концентрации  $N$ , влияние которой, как установлено, очень значительно.

В соответствии с законом Бугера-Бера указанную зависимость можно выразить:

$$a_o = 1 - \exp\left(-k \cdot N \cdot \frac{d_{n0}}{4} l\right)$$

Если принять плотность сажи  $2 \text{ г/см}^3$ ,  $C_n$  выразить в  $\text{г/м}^3$ ,  $d_{n0}$  - в мкм, а  $l$  - в метрах, то формула принимает вид:



$$a_{\circ} = 1 - \exp\left(-0,75 \cdot k \cdot \frac{C_{\text{н}} \cdot l}{d_{\text{н}^{\circ}}}\right)$$

Приведенными формулами удобно пользоваться для оценки поглощательной способности сравниваемых сажистых потоков.

Расчет показывает, что величина  $a_{\circ}$  в области, прилегающей к выходному окну, при сжигании мазута составляет 0,724, ВМЭ - 0,582, что хорошо согласуется, с экспериментальными результатами. Проверочный расчет интенсивности излучения обеих сажевых потоков в указанной области, проведенный с использованием найденных значений  $a_{\circ}$ , показывает близость полученных результатов с экспериментальными результатами. Они составляют соответственно 224 кВт/м<sup>2</sup> и 176 кВт/м<sup>2</sup>.

#### **Библиографический список**

1. Блох А.Г. Тепловое излучение в котельных установках. -Л.: Энергия, 1967г.- 325с.
2. Иванов В.М., Сметанников Б.Н., Кулаков Ю.И. Использование дисперсных топливных систем для утилизации горючих отходов и экономии топлива. - Химия и технология топлив и масел, 1980г., №11, с.59-61.
3. Тув И.А. сжигание обводненных мазутов в судовых котлах. -Л.: Судостроение, 1968г. -196с.
- Митор В.В. Теплообмен в топках паровых котлов. -М. -Л.: Машизг, 1963г. -180с.
- Леторт. Реакции углерода с газами. -Сборник статей И.Л., 1963г., с 126-167.



УДК 622.331

## **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БИОМАССЫ НА ОСНОВЕ ТОРФА**

**Заливина Е.А., Гусева А.М.**

*Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия*

*В данной статье рассмотрено биотопливо на основе торфа, основные содержащиеся факторы при его использовании и способы устранения этих недостатков. Перечислены преимущества использования пеллет по сравнению с необработанной биомассой. Кратко изложен процесс торрефикации. Рассмотрены перспективы использования торрефицированного биотоплива на основе торфа в энергетике и сельском хозяйстве.*

Множество факторов обуславливают значительный интерес использования биотоплива:

- повышение уровня цен на традиционные энергетические носители и ужесточение экологических требований к энергоустановкам;
- сокращение выбросов парниковых газов в результате производства энергии;
- интерес к возобновляемым и местным источникам энергии.

Биотопливо – это возобновляемый энергоресурс, в основе которого - биомасса животного и растительного происхождения. Ежегодный общемировой прирост биомассы в качестве отходов составляет около 220 млрд. тонн, а ее энергетический потенциал выше потенциала ископаемого топлива. Кроме того, на сегодняшний день обеспечивается около 14 % общемирового энергопотребления за счет биомассы [1].

В понятие «биомасса» входят все виды естественной растительной органики (древесина, торф, листья, водоросли); растительные отходы сельскохозяйственной деятельности (солома, шелуха подсолнечника, ботва, скорлупа орехов); отходы промышленных производств, а именно деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности, целлюлозно-бумажных комбинатов; специально выращенные на энергетических плантациях быстрорастущие растения (тополь, сорго, репс, ива, осина); органическая часть бытовых отходов. Около 50 % территории страны покрыто лесами, это приблизительно 24 % лесов всей нашей планеты. Россия занимает первое место в мире по объемам торфяных месторождений [2].

Торф – это медленно возобновляемый природный материал растительного происхождения. В отличие от небольших стран, где добывать торф вряд ли целесообразно с точки зрения сохранения экосистемы, добыча торфа в России может быть экологичной, а запасы торфа дают убедительный ответ на вопрос о перспективности этого вида сырья для комплексного развития биоэнергетики.

Главный сдерживающий фактор при использовании торфа в виде топлива – это небольшая теплотворная способность, сезонность добычи и сложность транспортировки даже на маленькие расстояния: у торфа низкая насыпная плотность, он слеживается, крошится и смерзается при низкой температуре воздуха. По этой причине транспортировка торфа на расстояние более 25 – 30 км экономически невыгодна [3]. Поэтому необходимо повышать калорийность и транспортабельность торфа.



Часть недостатков устраняется за счет гранулирования торфа, в результате чего получаются твердые топливные гранулы (пеллеты). Преимущества пеллет по сравнению с необработанной биомассой:

- сокращение в 2 раза объемов складов благодаря большому насыпному весу;
- горение в топках котлов более эффективное;
- сокращение затрат на транспортировку;
- автоматизация процесса сжигания.

Основной проблемой при хранении и транспортировке пеллет является их гигроскопичность, что требует особых условий хранения и транспортировки [4].

Один из вариантов повышения потребительских свойств пеллет - торрефикация (низкотемпературный пиролиз). Процесс торрефикации заключается в нагреве исходного сырья в инертной газовой (бескислородной) среде до температуры, называемой температурой торрефикации (200 – 300 °С), и выдержке при этой температуре в течение заданного времени, в результате чего она приобретает необходимые гидрофобные свойства, кроме того увеличивается удельная теплота сгорания.

При нагреве биомассы происходит ее термическое разложение, в результате которого образуются летучие продукты и твердый остаток с повышенным содержанием углерода. Данную технологию считают экологически чистой, поскольку в результате пиролиза получается биогаз для энергетического сжигания, а органическая часть превращается в куски биоугля.

Процесс торрефикации используют как перед гранулированием на стадии подготовки исходного сырья, так для обработки твердого брикетированного или пеллетированного топлива из биомассы. При торрефикации гранулированного биотоплива необходимо учитывать хрупкость и использовать в качестве реактора устройство с наименьшим количеством подвижных деталей. При торрефикации не гранулированного сырья (опилки, щепы, с/х отходов) возникают сложности в процессе гранулирования (необходимо добавлять связующие на стадии прессования торрефицированного биотоплива и в результате происходит значительный износ матриц гранулятора). Поскольку одно из направлений использования торрефицированного биотоплива - совместное сжигание с углем, то в данном случае не обязательно последующее гранулирование (для пылеугольных горелок). Поэтому организация процесса торрефикации решается, исходя из конечной цели. Также выбирая схему процесса, необходимо учитывать производственные мощности и существующее оборудование. Например, если

на предприятии существует котел или другой источник тепла, который частично можно использовать для организации процесса торрефикации, то вполне логично выбрать схему с использованием продуктов сгорания в виде инертного теплоносителя (или масла / воды в случае, когда нагрев через стенку).

При прямом нагреве сырья теплоносителем могут быть вторичные энергоресурсы, такие как продукты сгорания, которые образуются при сжигании в специальных горелках органического топлива. В настоящее время предложены несколько когенерационных схем, в которых совместно с торрефицированным биотопливом производится тепло и электроэнергия. Эксплуатационная эффективность этих установок значительно возрастает благодаря использованию части избыточного тепла в производстве новой товарной продукции – торрефицированных пеллет.

Торрефицированные пеллеты имеют высокую энергопроизводительность (около 6 мВт.час/т), им не требуется особое обращение и их можно хранить прямо на улице. Значительно меньше затраты на транспортировку и перевалку, чем с другими видами биотоплива, при этом производство биоугля становится рентабельным на значительном расстоянии от конечных потребителей.

Благодаря внедрению технологии торрефикации, можно получать топливные пеллеты из биомассы с улучшенными теплотехническими характеристиками, а их использование в энергетических целях будет способствовать сокращению потребления традиционных ископаемых топлив.

Еще одним направлением использования торрефицированного биотоплива является сельское хозяйство, в качестве средства улучшения качества почвы. Биоуголь способствует накоплению питательных веществ в почве, что очень важно в условиях истощения земель, а также благоприятно влияет на состав, активность и численность микроорганизмов в почве, которые отвечают за плодородие и урожайность. Он способен удерживать углерод в почве, что способствует снижению содержания углекислого газа в атмосфере, и, соответственно, ведет к уменьшению на планете парникового эффекта. Также биоуголь способствует сохранению в почвах влаги в условиях засухи. Он имеет потенциал не только для открытия новых прибыльных рынков в сфере промышленности и сельского хозяйства, но и предоставляет широкие возможности для сохранения почв и климата планеты [5].

***Библиографический список:***

1. Гусева А.М., Заливина Е.А., Амбарцумян А.С. МИНИ-ТЭЦ НА ТОРФЯНОМ БИОТОПЛИВЕ / В сборнике: Опыт прошлого - взгляд в будущее. 5-я Международная



научно-практическая конференция молодых ученых и студентов: материалы конференции. Под общей редакцией Р.А. Ковалева. - 2015. - С. 477-479.

2. Гусева А.М., Заливина Е.А. Энергосбережение и энергоэффективность /12-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально – экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики». – 2016. – С. 187 – 190

3. Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Гусева А.М., Заливина Е.А., Амбарцумян А.С. Экологический потенциал торфяной промышленности / В сборнике: Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии. Сборник научных трудов II международной научно – практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет. – 2016. – С. 138 – 139

4. Зюзин Б.Ф., Разаев Д.Д., Жигульская А.И., Яконовская Т.Б. Оборудование и технологии для производства биотоплива на основе сырьевых ресурсов торфяных месторождений (биоэнергетический кластер) – 2015 – ч.2 – 245 с.

5. Разумоа Е.Ю., Назипова Ф.В. Биоуголь: современное представление/ Деревообрабатывающая промышленность. – 2014 - №4 – С. 56 – 58



УДК 332.1

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ГАЗА И ВОДЫ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Жуков Р.А.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ (Тульский филиал), г.Тула, Россия*

*На основании подхода к оценке состояния и функционирования сложных систем проанализирован объем валового регионального продукта по виду экономической деятельности «Раздел Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды (D, E –ОКВЭД 2)», получены модели состояния и функционирования подсистемы «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» с использованием статистических данных по регионам Центрального федерального округа и отдельно по Тульской области. Выявлены различия по существенности и адекватности факторов состояния подсистемы. Проанализированы причины такого рассогласования. Построена траектория устойчивого развития. Представлены предложения, направленные на повышение устойчивости энергетического сектора Тульской области.*

Тульская область (ТО) является энергетически дефицитной практически на 100%. Импортируется около 40% потребляемой элек-

троэнергии, первичное топливо и нефтепродукты [7]. В силу специфики экономики региона, наибольшую долю в валовом региональном продукте (ВРП) составляют обрабатывающие производства (39,9%), которые и являются основными потребителями энергоресурсов [8].

На втором месте по объему потребления - местное население. По виду экономической деятельности «Раздел Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» доля ВРП составляет около 3,9%. В данной сфере зарегистрировано порядка 446 организаций, осуществляющих свою деятельность на территории ТО. Отличительными свойствами Тульской области являются высокое использование доменного газа, значительное потребление кокса в металлургическом производстве, а также наличие собственных генерирующих мощностей промышленности в структуре выработки электрической и тепловой энергии. Основу электроэнергетики ТО составляют 10 компаний, которые обеспечивают производство и распределение электроэнергии в регионе [1]. Деятельностью в сфере поставок газа и предоставлением соответствующих услуг в ТО занимается 5 компаний: ПАО «Газпром», АО «Газпром газораспределение», ООО «Газпром межрегионгаз», ООО «Газпром межрегионгаз Тула», АО «Тулагоргаз». В сфере сбора и очистки воды зарегистрировано 8 предприятий, распределения воды – 28 компаний. Регулирование и поддержка их состояния и функционирования, повышение эффективности деятельности является одной из задач органов управления области [2].

Анализ динамики потребления энергоресурсов показывает его увеличение для населения и снижение в сфере промышленности, последнее из которых определяется макроэкономическим трендом.

В этих условиях важную роль приобретает эффективность управления имеющимися и импортируемыми ресурсами, а также факторами, обеспечивающими функционирование отрасли с целью формирования рационального топливно-энергетического баланса в ТО с учетом общественно необходимых затрат на добычу сырья и охрану окружающей природной среды региона [6].

С целью изучения влияния существенных факторов на объем ВРП по виду экономической деятельности «Раздел Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» и проведения сравнительного анализа с регионами ЦФО была использована авторская методика оценки состояния и функционирования сложных систем, применимая в различных сферах деятельности [4, 5, 10] по данным за 2007-2016 годы [9]. Для расчета была использована авторская экспертная система [3].

Обобщенный индикатор оценки вычисляется по формуле:



$$\xi_k(t) = \frac{\sqrt{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m r_{pq} \cdot y_{k,p}^0(t) \cdot y_{k,q}^0(t)}}{\sqrt{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \hat{r}_{pq} \cdot \hat{y}_{k,p}^0(t) \cdot \hat{y}_{k,q}^0(t)}}. \quad (1)$$

Здесь  $\xi_k(t)$  – обобщенный показатель результативности;  $y_{k,i}^0(t)$ ,  $\hat{y}_{k,i}^0(t)$  – фактические и нормативные значения стандартизованных результативных признаков  $k$ -того региона,  $r_{pq}$  и  $\hat{r}_{pq}$  соответствующие парные коэффициенты корреляции;  $t$  – параметр времени ( $t=1..T$ ),  $i(p,q)=1..m$ ,  $m$  – число результативных признаков, индекс «0» показывает, что проведена процедура нормализации (приведение к шкале от 0 до 1), после стандартизации по следующим формулам:

$$y_{k,i}^0(t) = \frac{y_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}, \quad (2)$$

$$\hat{y}_{k,i}^0(t) = \frac{\hat{y}_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}. \quad (3)$$

Здесь  $y_{k,i}^*$ ,  $\hat{y}_{k,i}^*$  – стандартизованные результативные признаки, определяемые по формулам:

$$y_{k,i}^*(t) = \frac{y_{k,i}(t) - M(y_i(t))}{\sigma(y_i(t))}, \quad (4)$$

$$\hat{y}_{k,i}^*(t) = \frac{\hat{y}_{k,i}(t) - M(\hat{y}_i(t))}{\sigma(\hat{y}_i(t))}, \quad (5)$$

где  $M(y_i(t))$ ,  $M(\hat{y}_i(t))$ ,  $\sigma(y_i(t))$ ,  $\sigma(\hat{y}_i(t))$  – математические ожидания и среднеквадратические отклонения соответственно.

Если обобщенный или частный (в случае рассмотрения одного индикатора) показатели больше единицы, то можно рассматривать функционирование объекта исследования как удовлетворительное.

В качестве модели для формирования нормативов, рассмотрение которых в динамике определяет траекторию устойчивого развития, была получена стандартизованная модель мультипликативного степенного вида, аналогичная неоднородной модели Кобба-Дугласа:

$$\hat{y}_{5,1}^* = x_{5,1,1}^*{}^{0,490} \cdot x_{5,1,2}^*{}^{0,476}, (R^2 = 0,941, \nu = 167) \\ (0,054) (0,084) \quad (6)$$

где  $\hat{y}_{5,1}^*$  – стандартизованное значение объема ВРП по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», скорректированное на уровень инфляции и приведенное к 2007 году;  $x_{5,1,1}^*$  – стандартизованная стоимость основных фондов по полной учетной стоимости на конец года по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», скорректированная на уровень инфляции и приведенная к 2007 году;  $x_{5,1,2}^*$  – стандартизованная среднегодовая численность занятых по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды»;  $( )$  – стандартные ошибки,  $R^2$  – коэффициент детерминации,  $\nu$  – число степеней свободы.

Динамика показателя результативности, вычисленного по формуле (1), представлена в таблице 1.

**Таблица 1**

**Динамика показателя результативности объема ВРП по виду деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» в Тульской области**

| Период     | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Показатель | 0,899 | 0,835 | 0,805 | 0,917 | 0,753 | 0,939 | 0,919 |

Как видно из таблицы, индикатор снижался до 2013 года, затем его значение колебалось, уменьшаясь в 2014 и 2016 гг. по сравнению с предыдущими периодами, но так и не достигло норматива. Это связано с возможным недоиспользованием имеющихся основных фондов и трудовых ресурсов.

Использование тех же факторов для построения модели по данным только для ТО (использовались региональные сводные показатели, выборка составила всего 10 точек, количество которых также определяет качество модели) привело к неадекватности модели, что потребовало изучать влияние других переменных. Было получено следующее соотношение:

$$\hat{y}_{5,1}^* = 0.524 \cdot w_{5,1,1}^{*0,490}, (R^2 = 0,275, \nu = 8) \quad (7)$$

(0,301)

где  $w_{5,1,1}^*$  – латентная переменная, полученная в результате факторного анализа с помощью метода главных компонент. Ее вклад в результат составил 76,05%. В состав  $w_{5,1,1}^*$  вошли: объем ВРП по видам экономической деятельности «Раздел А. Сельское хозяйство, охота и лесное



хозяйство»  $y_{1,1}^*$  и «Раздел D. Обрабатывающие производства»  $y_2^*$ , а также среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций по виду экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», скорректированная на уровень инфляции и приведенная к уровню 2007 года  $x_{2,4,3}^*$ . Коэффициент корреляции между объемом ВРП и степенью износа основных фондов составил  $-0,212$  и, поэтому этот фактор не был включен в модель. Данный фактор влияет на объем потерь при производстве и распределении энергоресурсов, и его изменение определяет повышение эффективности функционирования энергетической инфраструктуры. Коэффициент корреляции между объемом ВРП и вводом в действие основных фондов оставил  $-0,197$ , что также не значимо и противоречиво.

На рис. 1 представлены соответствующие изменения показателей.

Таким образом, производство и распределение энергии, газа и воды определяется спросом на них, однако ограниченность энергоресурсов требует разработки мер, направленных на повышение эффективности их использования. С одной стороны, увеличение объема ВРП приводит к увеличению потребления энергоресурсов, с другой - мероприятия способствуют уменьшению их использования.

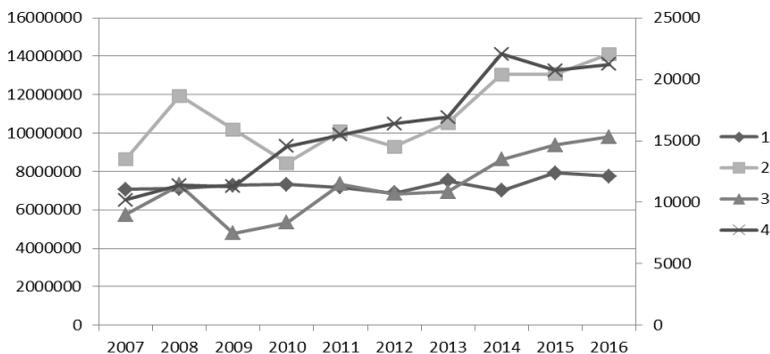


Рис. 1. Динамика показателей. ВРП Раздел Е (линия 1), ВРП Раздел А (линия 2, разделено на 1,2), ВРП Раздел D (линия 3, разделено на 10) и среднемесячная заработная плата (линия 4 правая ось) по виду деятельности «Раздел Е».

Мерой обеспечения баланса между ними должна стать заданная траектория устойчивого развития. В качестве такой траектории можно использовать соотношение:

$$\hat{y}_2 = \hat{y}_2 \pm t_{1-\alpha, v=n-p-1} \cdot s_y \cdot \left( 1 + [XZ]_0^T \cdot ([XZ]^T \cdot [XZ])^{-1} \cdot [XZ]_0 \right)^{1/2}, \quad (8)$$

где  $s_y$  – стандартная ошибка,  $\hat{y}_i$  – нестандартизованное значение показателя, вычисленное по (1) или (7),  $t_{\alpha, n-p-1}$  – коэффициент, отвечающий за доверительную вероятность (определяется по таблице распределения Стьюдента),  $\alpha$  – уровень значимости,  $n$  – число наблюдений,  $p$  – число параметров модели;  $[XZ]$  – матрица входных параметров факторов состояния и воздействия,  $[XZ]_0$  – вектор ожидаемых значений факторов.

Результаты расчета представлены на рисунке 2.

Как видно из рис. 2, в 2015 году показатель максимально приблизился к границе траектории устойчивого развития, однако в 2018 году вновь сместился к среднему значению.

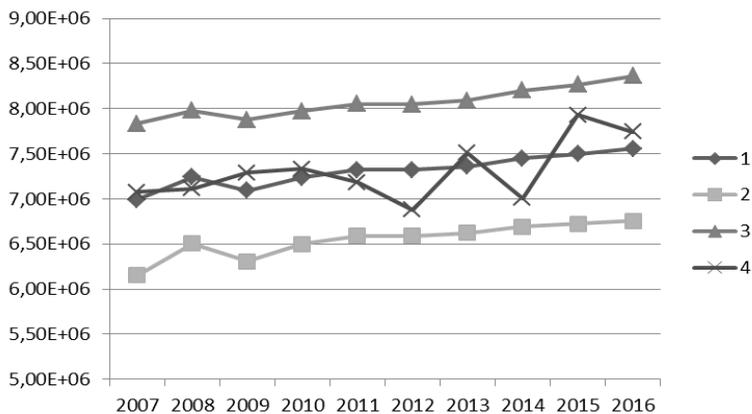


Рис. 2. Траектория устойчивого развития по виду деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды». 1 – нормативное значение, 2 – нижняя граница, 3 – верхняя граница, 4 – фактические значения.

Для обеспечения устойчивого развития необходимо:

- проводить модернизацию электроэнергетики ТО в соответствии с региональными программами [1];



- провести инжиниринг теплоснабжения и обеспечить ввод нового оборудования, тем самым повысить эффективность использования основных фондов;
- расширить поставки газа по магистральным трубопроводам;
- заключить соглашения с особыми условиями на поставку значимых для машиностроительного, металлургического и химического производства энергоресурсов на уровне региона;
- разрабатывать и внедрять инновационные технологии, в том числе на базе Тульских предприятий и опорного вуза, что повлечет за собой изменение структуры потребления энергоресурсов и их сокращения в процессе воспроизводства продукции и услуг региона;
- осуществлять мониторинг использования энергоресурсов, который позволит обеспечить комплексное регулирование экономики региона, в том числе сферы обрабатывающих производств и сельского хозяйства, и социального развития ТО с применением результатов моделирования;
- провести анализ собственных энергоресурсов и обеспечить максимальное их использование для нужд Тульской области с учетом экологических факторов.

Дальнейшая конкретизация предложений связана с детальным изучением состояния и функционирования существующей энергетической инфраструктуры и сложностью сбора полной объективной статистической информации. Работа в этом направлении представляет отдельный предмет исследования.

#### Примечание

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тульской области в рамках научного проекта № 18-410-710001 (p\_a)

#### *Библиографический список*

1. *Постановление Правительства Тульской области от 27 апреля 2018 года № 165 «Об утверждении Схемы и Программы развития электроэнергетики Тульской области на 2019 - 2023 годы»*
2. Грязев М.В., Степанов В.М. *Принципы формирования эффективной региональной электроэнергетики // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2016. № 12-3. С. 6-14.*
3. Жуков Р.А. *Внедрение программных экономико-математических комплексов в практику деятельности органов государственного управления // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-3. – С. 555-559.*
4. Жуков Р.А. *Математическая модель оценки эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2011. № 3 (27). С. 9-24.*
5. Жуков Р.А. *Оценка объема платных услуг населению как составляющей экономики регионов на основе экономико-математического моделирования // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2017. – Т. 19. – № 2 (39). – С. 58-68.*

6. Иватанова Н.П. Эколого-экономическая оценка инновационного развития минерально-сырьевого потенциала на региональном уровне // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 182-192.

7. Саенко В.В., Колтаков А.Ю., Семикашев В.В., Синяк Ю.В. Опыт анализа и прогнозирования энергетического сектора региона (на примере Тульской области) // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2017. Т. 15. С. 234-255.

8. Социально-экономическое положение Тульской области, январь-июль 2018 года. Крат. стат. сб./Туластат – Тула, август, 2018 – 278 с.

9. Федеральная служба государственной статистики РФ. Валовой региональный продукт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 30.08.2018).

10. Zhukov R.A. Model of Socio-Ecological and Economic System: the Central Federal District Regions of the Russian Federation // Statistika. – 2018. – Vol. 98. – No. 3. – Pp. 237-261.



## **КАДАСТР И** **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 631.115.91

### **КАЧЕСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Ауесбеков Н.Р., Бектурганова А.Е.**

*Казахский национальный аграрный университет, г.Алматы, Казахстан*

*В предлагаемой статье представлены материалы и результаты анализа сельскохозяйственных угодий, вовлеченных в сельскохозяйственный оборот Республики Казахстан. В ходе анализа и обобщения земельных данных составлены списки и площади всех мелиоративных групп почв.*

*Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, мелиоративные группы, пашня, эрозия почв, засоление почвы.*

Качественное состояние почв на значительных площадях в республике осложняется наличием признаков, отрицательно влияющих на их плодородие. Для учета качества сельскохозяйственных угодий приняты следующие мелиоративные группы, объединяющие почвы с общей направленностью и характером мелиоративных мероприятий [1-2]:

I – неосложненные отрицательными признаками; II – защепенные; III- засоленные; IV – солонцовые; V – смытые; VI – дефлированные; VII – подверженные совместно водной и ветровой эрозии; VIII – переувлажненные; IX – заболоченные; X – прочие.

Каждая из перечисленных мелиоративных групп, исключая «неосложненные отрицательными признаками» и «подверженные совместно водной и ветровой эрозии», по степени выраженности процесса делится на три градации: слабо, средне, сильно; в группу «защепенных почв» добавляется градация – очень сильно. Группа «переувлажненные» подразделяется на пойменные и внепойменные [3].

### І группа – несложненные отрицательными признаками.

К ней относятся почвы, профиль которых не осложнен какими-либо неблагоприятными свойствами (солонцеватость, смывость и т. п.), в силу чего они не требуют специальной агротехники и мелиорации, производительность их высокая.

Указанная группа почв занимает в Казахстане 41,5 млн. га или 19,3 % от всей площади сельскохозяйственных угодий. В составе пашни эта группа занимает 16,3млн. га или 64,56 % от всей площади пашни ( 25,2 млн. га).

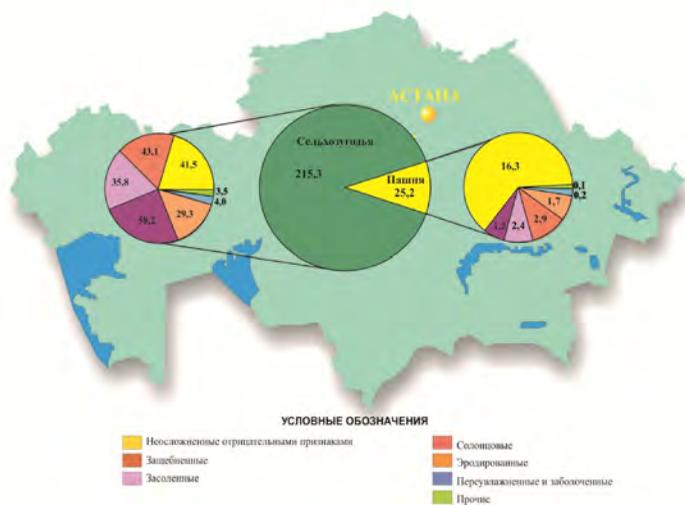


Рис.1. Качественная характеристика сельскохозяйственных угодий на 1 ноября 2017 года, млн. га

Из общей площади безусловно пригодных, 16,1 млн. га или 68,4 % находится в составе пашни. Значительная площадь земель (17,9 млн. га) без отрицательных признаков, влияющих на плодородие почв, не может быть использована в земледелии из-за недостаточного атмосферного увлажнения, отсутствия воды для полива и по условиям рельефа.

Безусловно пригодные для земледелия почвы занимают 23,6 млн. га или 10,9 % от всех сельскохозяйственных угодий. Наибольшие площади безусловно пригодных по качеству почв, требующих обычной зональной агротехники или же нуждающихся в проведении несложных мелиоративных мероприятий, используемых в составе пашни, выявлены в Костанайской - 5,4 млн. га, Акмолинской - 5,0 млн.

га, Северо-Казахстанской - 4,2 млн. га областях. В остальных областях эти площади составляют от 200 до 900 тыс. га в каждой из них, за исключением Атырауской (0,4 тыс. га) и Мангистауской областей.

**Таблица 1**  
**Распределение сельскохозяйственных угодий по мелиоративным группам**

| Мелиоративные группы  | Площадь,<br>тыс. га | Удельный<br>вес, в % |
|---|---------------------|----------------------|
| <b>Всего сельскохозяйственных угодий</b>  | <b>215 357,8</b>    | <b>100</b>           |
| Неосложненные отрицательными признаками   | 41 517,1            | 19,3                 |
| в том числе безусловно пригодные для земледелия   | 23 556,5            | -                    |
| Защепненные и каменистые  | 43 067,8            | 20,0                 |
| Засоленные  | 35 817,4            | 16,6                 |
| Солонцовые  | 58 164,9            | 27,0                 |
| Смытые  | 4 950,3             | 2,3                  |
| Дефлированные   | 24 168,1            | 11,2                 |
| Подверженные совместно водной и ветровой эрозии   | 201,7               | 0,1                  |
| Переувлажненные   | 2 947,6             | 1,4                  |
| Заболоченные  | 1 083,6             | 0,5                  |
| Прочие  | 3439,3              | 1,6                  |
| <b>Примечание:</b> по строке «Итого земель», без земель, используемых другими государствами |                     |                      |

**II группа - защепненные.** К ним отнесены выделы с малоразвитыми и неполноразвитыми почвами, выходами коренных пород и другие. Общая площадь составляет 43,1 млн. га или 20,0 % сельскохозяйственных угодий. Наибольшее распространение эта группа получила на территории сопочных и межсочпочных пространств, преимущественно в предгорных и горных районах Восточно-Казахстанской-12,1 млн. га, Жамбылской-4,0 млн. га, Алматинской-3,1 млн. га областей, а также на территории сопочных и межсочпочных пространств Карагандинской-13,1 млн. га, Павлодарской - 2,8 млн. га, Акмолинской-2,4 млн. га и Актюбинской-1,8 млн. га областей.

Наибольшую площадь в этой мелиоративной группе занимают очень сильно и сильно защепненные почвы-26,4 млн. га, средне и слабозащепненные составляют соответственно 8,3 млн. га и 8,4 млн. га. В составе пашни защепненных почв числится 1,5 млн. га.

Площади защепненных почв, вовлеченных в пашню, по областям распределены неравномерно. Так в Жамбылской их числится 28,6% от площади пашни области, в Карагандинской - 22,7%,

Алматинской - 14,6%, в Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областях – от 2,2 до 5,2%. В остальных областях площади этих земель в пашне незначительны.

Наличие слабого защебнения (1,2 млн. га) не препятствует их использованию в составе пашни. Средне, сильно и очень сильнозащебненные (0,3 млн. га), а также малоразвитые почвы целесообразнее использовать как пастбища.

**III группа - засоленные.** В республике числится 35,8 млн. га засоленных почв или 16,6 % от общей площади сельскохозяйственных угодий.

В зависимости от степени засоления почвы, а также содержания в комплексах солончаков, группа подразделяется на три градации:

-слабозасоленные, куда входят все солончаковые почвы, а также их комплексы с солончаками до 10 %, занимают площадь 11,5 млн. га;

-среднезасоленные включают все солончаковые почвы в комплексе с солончаками от 10 до 30 %, площадь их 7,3 млн. га;

-сильнозасоленные включают все сильно солончаковатые почвы в комплексе с солончаками от 30 до 50 % и более, площадь 14,2 млн. га;

-солончаки выделены в отдельную группу и занимают 2,8 млн. га.

Засоленные имеются во всех зональных типах почв, из них более 58 % числится в составе бурых и серо-бурых почв, в том числе в средней и сильной степени 64 % от общего их количества. В зоне бурых и серо-бурых почв имеется более 50 % площади всех солончаков. В черноземной зоне засоленные выявлены на 1,6 млн. га, в зоне темно-каштановых и каштановых почв – 6,2 млн. га, светло-каштановых – 2,7 млн. га.

В пашне находится 2,4 млн. га засоленных земель, из которых в Акмолинской области - 0,6 млн. га, Костанайской - 0,6 млн. га, Северо-Казахстанской - 0,28 млн. га, Жамбылской - 0,18 млн. га, Кызылординской - 0,15 млн. га, в остальных областях площади засоленной пашни незначительны.

В составе неорошаемой пашни используются, в основном, слабозасоленные почвы и их комплексы (1,7 млн. га). В орошаемом земледелии в составе пашни используются слабозасоленные почвы и комплексы незасоленных и слабозасоленных почв с солончаками до 30% (190,1 тыс. га). Эти земли нуждаются в несложных мероприятиях по рассолению и промывках на фоне коллекторно-дренажной сети. В неорошаемых условиях промывка частично осуществляется за счет атмосферных осадков и снегонакопления.

Средне- и сильнозасоленные почвы с солончаками до 30 %, а также солончаки общей площадью 630,4 тыс. га требуют проведения сложных мелиоративных мероприятий, в связи с этим их целесообразно вывести из состава пашни и трансформировать в пастбища.

**IV группа - солонцовые.** Являются одной из наиболее крупных по площади мелиоративных групп в республике, занимающие 58,2 млн. га или 27,0 % сельскохозяйственных угодий. Солонцовые почвы подразделяются на три градации:

-слабосолонцовые земли, к ним относятся слабосолонцеватые почвы однородными контурами или несолонцеватые с солонцами корковыми, мелкими, средними от 10 до 30 % и глубокими до 50 %. Общая площадь их составляет 18,2 млн. га (31,3 %);

-среднесолонцовые земли, к которым относятся среднесолонцеватые комплексы несолонцеватых и солонцеватых почв с солонцами корковыми, мелкими, средними от 30 до 50 % и глубокие солонцы. Общая площадь составляет 10,9 млн. га (18,7 %);

-сильносолонцовые земли, к которым относятся сильносолонцеватые почвы, солонцы и комплексы с их преобладанием (кроме глубоких). Общая площадь составляет 29,1 млн. га (50,0 %).

Наибольшее распространение солонцовые почвы и их комплексы получили в пустынной зоне бурых и серо-бурых почв - 16,8 млн. га, полупустынной зоне светло-каштановых почв - 15,2 млн. га и сухостепной зоне темно-каштановых и каштановых почв - 19,1 млн. га.

В региональном плане основные площади солонцовых земель находятся в Актюбинской (11,5 млн. га), Карагандинской (11,4 млн. га), Западно-Казахстанской (7,1 млн. га) областях. В Акмолинской, Атырауской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях таких земель числится от 3 до 4 млн. га. В южных областях республики солонцовые земли занимают менее одного млн. га в каждой.

Солонцовые почвы в пашне занимают 2,9 млн. га. Наибольшие их площади используются в Северо-Казахстанской - 760,0 тыс. га, Костанайской - 674,0 тыс. га, Акмолинской - 735,6 млн. га, Павлодарской - 225,5 тыс. га и Карагандинской - 225,3 тыс. га областях. В основном в пашне используются слабосолонцовые комплексы, в которых солонцы занимают до 30%.

**V группа – подверженные водной эрозии (смытые).** В составе сельскохозяйственных угодий занимают площадь 4,9 млн. га, из которых на пашню приходится 1,2 млн. га. Наибольшие площади смытых почв в составе пашни выявлены в Акмолинской, Южно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской и Жамбылской областях.

**VI группа – подверженные ветровой эрозии.** Таких почв насчитывается 24,2 млн. га, в том числе в пашне 0,5 млн. га, из которых 74 % приходится на Павлодарскую область.

**VII группа – подверженные совместно водной и ветровой эрозии.** Выявлены на площади 201,7 тыс. га. Более подробная характеристика эрозии почв изложена в разделе 2.4.1 настоящего Отчета.

**VIII группа – переувлажненные.** Занимают в республике 2,9 млн. га, из них 224,6 тыс. га находится в пашне. Данная группа представлена, в основном, гидроморфными и полугидроморфными почвами. Пойменные земли составляют 1,1 млн. га, внепойменные – 1,8 млн. га.

Наиболее значительные площади почв этой группы имеются в Карагандинской области – 0,6 млн. га. В Костанайской, Западно-Казахстанской, Павлодарской, Актюбинской, Алматинской областях числятся по 0,2-0,3 млн. га переувлажненных земель.

Земли этой группы представлены, в основном, почвами, занимающими поймы и надпойменные террасы рек, а также внепойменные понижения и западины, в том числе естественные и искусственные лиманы. Избыток талых вод и продолжительность затопления отрицательно влияют на сроки посева, созревание и урожайность сельскохозяйственных культур. В связи с этим, почвы данной группы целесообразнее использовать как сенокосные угодья.

**IX группа – заболоченные.** Распространены на площади 1,1 млн. га, из них в пашне - 23,9 тыс. га, из которых - 15,4 тыс. га находятся в орошаемой пашне. Сформировались они в условиях избыточного увлажнения и представлены, в основном, болотными и лугово-болотными почвами. Распространены на территории всех областей, кроме Мангистауской, небольшими участками. Использование их в составе пашни нецелесообразно, так как они требуют сложных мелиоративных мероприятий по осушению.

**X группа – прочие.** Занимают площадь 3,4 млн. га. В данной группе учтены почвы, которые по качеству нельзя поместить ни в одну из перечисленных выше мелиоративных групп. Это слитые почвы, солончи, такыры, остаточные карбонатные, а также песчаные без отрицательных признаков, автоморфные, полугидроморфные, каменистые россыпи, щебнистые отложения, овражно-балочные комплексы, солончаки соровые и т. п. Распространены во всех почвенных зонах небольшими участками, из них в сухостепной зоне темно-каштановых и каштановых почв числится 2,0 млн. га, полупустынной зоне светло-каштановых почв - 0,3 млн. га, пустынной зоне бурых и серо-бурых почв - 0,5 млн. га. В региональном плане основные площади группы

прочих имеются в Актюбинской (0,7 млн. га), Карагандинской (0,6 млн. га), Павлодарской (0,5 млн. га) областях. В составе пашни их числится 67,0 тыс. га, в том числе в Павлодарской - 22,8 тыс. га, Северо-Казахстанской – 18,1 тыс. га, Костанайской – 13,1 тыс. га областях.

**В целом, анализируя распределение сельскохозяйственных угодий по мелиоративным группам**, можно сделать вывод, что в категории земель сельскохозяйственного назначения находятся наиболее качественные в мелиоративном отношении земли. Так в составе сельскохозяйственных угодий данной категории земель мелиоративная группа с неосложненными отрицательными признаками, включая и безусловно пригодные для земледелия, занимает 28%. Удельный вес других мелиоративных групп с отрицательными признаками в слабой степени составляет около 24 %. На сельскохозяйственные угодья с отрицательными признаками в средней и сильной степени приходится 48 % от общей их площади. Для сравнения в целом по республике мелиоративная группа с неосложненными отрицательными признаками составляет 19 %, с отрицательными признаками в слабой степени – 20 %, а в средней и сильной степени - более 60 %.

***Библиографический список***

- 1. Сейфуллин Ж.Т. Земельный кадастр: Управление земельными ресурсами в рыночных условиях. – Алматы: КазНИИЭОАПК, 2001 – 226 с.*
- 2. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое основание мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. - Алматы: Ғылым, 1997 -218с.*
- 3. Статистический ежегодник. Управление статистики Жамбылской области. – Тараз, 2017. – 250 с.*



УДК 336.226.212.1

## **АНАЛИЗ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ДЕНЕЖНОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЛИ ДЛЯ НАЛОГООБОЛОЖЕНИЯ**

**Глебко К.В.**

*Донецкий национальный технический университет, г.Донецк*

*Рассмотрены массовая, нормативная и кадастровая оценки как основные научно-методические подходы к денежной оценке земли, используемые в данное время для налогообложения земли. Показаны основные преимущества и недостатки анализируемых подходов применительно для территорий со слабо развитым рынком недвижимости.*

*Ключевые слова: денежная оценка, недвижимое имущество, земельный участок, налогообложение, кадастровая оценка, нормативная стоимость.*

В настоящее время на территории со слабо развитым, нестабильным рынком земли затруднительно выполнить денежную оценку для создания и функционирования единой системы налогообложения традиционными подходами. Причина этого заключается в том, что современные научно-методические подходы денежной оценки опираются прежде всего на развитый рынок объектов недвижимости, что позволяет получить достоверную информацию о стоимости объекта. Для территорий со слабо развитым рынком полученные сведения о стоимости могут с большой долей вероятности оказаться ошибочными, а следовательно не могут использоваться для формирования налога на недвижимость. Поэтому необходимо выполнить анализ существующих научно-методических подходов к денежной оценке земли для налогообложения и выявить их особенности и возможность применения.

В странах с рыночной экономикой налоги на недвижимое имущество являются основным источником пополнения государственного бюджета. Налог на недвижимость рассчитывается на основании кадастровой стоимости оцениваемого объекта. Выбор подхода для определения стоимости зависит от развитости рынка недвижимости [1,2].

Согласно Федеральному закону № 237-ФЗ в Российской Федерации базой для налогообложения являются массовая и кадастровая оценки. Для использования таких подходов важным условием является развитость рынка недвижимости, достоверность данных, стандартизированное программное обеспечение. Указанные факторы, позволяют создать единую модель, которая способна обеспечить точное, непредвзятое оценивание объекта недвижимого имущества. При малоразвитом рынке кадастровая стоимость земли, определенная в процессе мас-

совой и кадастровой оценки, не будет верной, соответственно не может быть использована в качестве основы для расчета налога [3].

В Украине для определения размера налога на недвижимость применяется нормативная денежная оценка (НДО). Согласно законодательству методика расчета НДО различна для сельскохозяйственных земель и земель населенных пунктов. Последние принятые поправки в Порядке и Методике НДО значительно изменили процедуру оценки путем корректировки коэффициентов и нормативных значений, но внесенные изменения не усовершенствовали процедуру полностью [4].

Большинство публикаций и исследований [5-8] свидетельствуют об актуальности проблемы точного определения стоимости объектов недвижимости и указывают на недостатки современных научно-методических подходов в нестандартных ситуациях (ограниченное количество исходных данных, нетипичные объекты недвижимости и др.). Малоразвитый рынок земли или же нестабильная экономическая ситуация на рынке (аномальные цены, нарушение спроса и предложения на исследуемые объекты недвижимости) не позволяют утверждать, что определенная стоимость земельного участка является верной. Подтверждением этому является, что в 2017 году с заявлениями о пересмотре кадастровой стоимости обратились более 50% заявителей и решение в пользу заявителя принято комиссиями в отношении 55,4% заявлений [9].

Кадастровая стоимость как база налогообложения должна устанавливаться и затем пересматриваться с определенной периодичностью и одновременно для всех участков территории, при разработке методик оценки ориентируются на методы массовой оценки. При этом кадастровая стоимость, полученная в результате оценки, может не являться рыночной и значительно отличаться от нее, быть завышенной или заниженной.

Нормативная оценка подразумевает под собой расчет стоимости земли с использованием нормативов и формул отдельно для земель сельскохозяйственного назначения и земель населенных пунктов. Полученная стоимость не является рыночной и используется согласно законодательству для определенных целей, одной из которых и является налогообложение.

На рисунке 1 приведен сравнительный анализ нормативной и массовой оценок по различным параметрам.

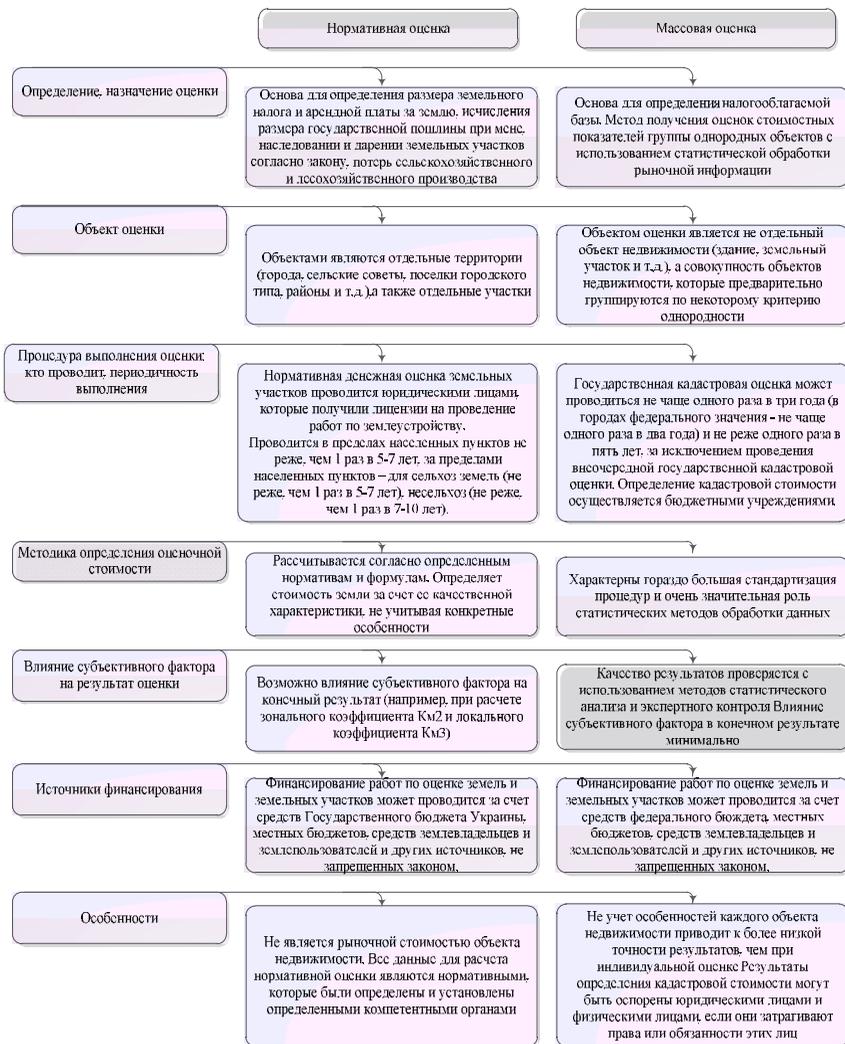


Рис. 1.– Сравнительный анализ нормативной и массовой оценки недвижимости

Проанализируем каждый научно-методический подход отдельно.

Массовая оценка применяется в странах с давно сформированным и развитым рынком недвижимости.

Массовая оценка имеет дело с оценкой большого количества объектов, которые различаются между собой, поэтому вынужденным инструментом ее является применение стандартных методов к группам и классам объектов, что требует определенной классификации и стратификации объектов.

Понятие массовая оценка относится именно к самой процедуре оценки, которая подразумевает использование специальных приемов и методов оценки, а не массовый, типовой характер объектов.

Точность результата при массовой оценке может быть ниже, чем при индивидуальной оценке в связи с не учетом некоторых уникальных особенностей каждого объекта недвижимости. Однако этот недостаток можно перекрыть основным преимуществом массовой оценки — ее ценой, которая является относительно недорогой. Также массовая оценка может выступить в качестве основы при проведении индивидуальной оценки в спорных вопросах, например, в целях уточнения каких-либо данных. В таком случае уменьшаются затраты на проведение индивидуальной оценки по сравнению с тем, если бы оценка выполнялась с самого начала.

Проблемой становится недостаточность рыночных данных для применения того или иного метода. Недостатком массовой оценки можно назвать большое количество допущений в процессе. Оценщику необходимо отразить:

- допущения, касающиеся информации об объектах-аналогах;
- допущения, касающиеся информации об объектах оценки;
- допущения, касающиеся количественных и качественных характеристик объектов оценки;
- допущения, связанные с расчетами.

Поэтому массовая оценка не может обеспечить достаточно точное определение рыночной стоимости объекта недвижимости, поскольку не учитывает его индивидуальные особенности.

Кадастровая и нормативная оценки появились в результате распада Советского Союза. Так, например, в Российской Федерации для налогообложения стали использовать данные кадастровой оценки, в Украине – нормативной.

Кадастровая стоимость устанавливается для целей, предусмотренных законодательством, в том числе для налогообложения, на основе рыночной и иной информации, связанной с экономическими характеристиками его использования, без учета иных, кроме права собственности, имущественных прав на данный объект.

Для получения объективных сведений о стоимости земли, правильного исчисления налога, продажи (покупки) земли за достоверную

цену и т.д. требуется четко регламентированный порядок проведения кадастровой оценки земель. Однако абсолютно четкой методологии в настоящее время не разработано. В настоящее время все чаще обращаются в коммерческие организации для проведения независимой оценки, с целью оспорить установленную кадастровую стоимость. Если собственники земли смогли оспорить установленную кадастровую стоимость или же регистрирующий орган самостоятельно установил ошибки, делается перерасчет земельного налога (ЗН).

Основными недостатками можно назвать следующие:

- не учет формы собственности на земельные участки при проведении кадастровой оценки, приводит к тому, что кадастровая стоимость получается одинаковой для совершенно разных прав (например, право собственности и право пожизненного наследуемого владения);

- в отличие от расчета рыночной стоимости кадастровая оценка земель проводится методами, утвержденными постановлением Правительства РФ от 8 апреля 2000 г. № 316 «Об утверждении Правил проведения государственной кадастровой оценки земель». Часто для кадастровой оценки используется только один метод, например метод капитализации расчетного рентного дохода для оценки сельскохозяйственных угодий и лесных земель;

- для расчета показателей кадастровой оценки широко используются, кроме рыночных, и нормативные данные, а также информация регистрационных палат, которая часто является заниженной по сравнению с реальными рыночными ценами.

Нормативная денежная оценка (НДО) земельных участков согласно ст. 201 Земельного кодекса Украины используется для определения размера земельного налога, потерь сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, экономического стимулирования рационального использования и охраны земель и т. п. НДО проводится по разным методикам для земель сельскохозяйственного назначения, для земель несельскохозяйственного назначения и для земель населенных пунктов.

Согласно новой «Методики нормативной денежной оценки земель сельскохозяйственного назначения» НДО определяется на базе нормативов капитализированного рентного дохода на землях сельскохозяйственного назначения. Недостатком на современном этапе можно указать, что в новой методике для расчета применяются данные о баллах бонитета агропроизводственных групп почв, которые должны быть получены из бонитировки почв. Бонитировка почв должна проводиться каждые 7 лет, но последняя была выполнена в 1993 году и полученные данные о баллах бонитета отдельных агропроизводственных

групп почв до сих пор действуют. Исходя из выше изложенного, такие данные могут привести к неточному расчету стоимости земли.

Еще одним спорным вопросом становятся данные экономической оценки о капитализированном рентном доходе сельскохозяйственных угодий. Данные о доходе фиксированы для определенного природно-сельскохозяйственного района, при этом не учитываются особенности отдельных участков в пределах района, например, если в действительности на таком участке капитализированный рентный доход значительно ниже норматива. В таком случае, оценочная стоимость окажется завышенной, и соответственно, налог на землю тоже. НДО земель сельскохозяйственного назначения, на которые отсутствуют материалы экономической оценки земли, определяется по аналогичным агропроизводственным группам прилегающих к ним грунтов.

Важным нововведением «Порядка нормативной денежной оценки земель населенных пунктов» является унификация категорий функционального использования земли. Была отменена категория функционального использования «земли коммерческого назначения» (для нее устанавливался наибольший коэффициент 2,5), под которую попадали большинство из земельных участков, приносящих прибыль – даже участки с недвижимостью, сдаваемой в аренду. Теперь сетка коэффициентов привязана к Классификации видов целевого назначения земель (КВЦНЗ). Недостатком является то, что не для всех земельных участках, зарегистрированных в Государственном земельном кадастре, внесены сведения об их целевом назначении с соответствующим кодом из КВЦНЗ. Для таких участков коэффициент автоматически станет равен 2,0.

Также для земель населенных пунктов спорным вопросом остается расчет зонального и локального коэффициентов (Км2 и Км3). При их расчете необходимо использовать автоматизированные системы, которые помогут избежать ошибок, связанных с влиянием субъективного фактора, например, оценка загрязненности, шума, отдаленности от центра.

### **Выводы**

Рассмотренные научно-методические подходы являются в настоящее время широко применяемыми на территориях, как с развитым, так и с малоразвитым рынком земли. Проанализировав массовую, кадастровую и нормативную денежные оценки, следует обратить внимание на такие особенности:

1. Массовая оценка не учитывает индивидуальные особенности отдельных участков, но позволяет создать модель с минимальными отклонениями от истинного результата. Таким образом, можно исполь-

зовать модели массовой оценки как начальный этап в оценке объекта недвижимости с дальнейшей корректировкой индивидуально для каждого объекта. Положительной стороной является также то, что с помощью моделей можно обойти недостаточность исходных данных рынка недвижимости.

2. Использование доходного, сравнительного и затратного подходов позволяет получить оценочную стоимость объекта, но важным условием является развитый и стабильный рынок недвижимости. Любое «аномально» изменение на рынке будет автоматически влиять на стоимость объекта, и соответственно на ставку налога. К тому же статистика показывает, что кадастровую оценку все чаще оспаривают в суде с положительным результатом в сторону заявителя.

3. Нормативная оценка все же косвенно зависит от ситуации на рынке недвижимости, так как применяемые нормативные данные были получены именно из анализа рынка недвижимости (например, нормы прибыли и капитализации). Несовершенство нормативов, используемых для получения оценочной стоимости объекта, не может гарантировать точный и достоверный результат, так как в некоторых случаях возможны слишком большие отклонения реальных данных о доходе от нормативных.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что каждый из исследованных методических подходов может быть применим для территорий с малоразвитым рынком недвижимости, но не полностью самостоятельно, а используя комбинацию операций из научно-методических подходов. Важной задачей на данном этапе становится разработка методики оценки земли для территорий с малоразвитым рынком недвижимости, опираясь на существующие сейчас, с целью корректного определения оценочной стоимости и получения достоверных данных для формирования базы налогообложения.

#### **Библиографический список**

1. Решетник, В. Н. *Международный опыт массовой оценки недвижимости для целей налогообложения* /В. Н. Решетник // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. - 2012. - № 12. - С. 25 – 28.

2. *Land Value Taxation and the Valuation of Land in Australia* // *Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research*. – 2014. – No. 10:2. – P. 82-98.

3. Павлова, В. А. *Концепция кадастровой оценки земель как основа налогообложения* /В. А. Павлова // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. - 2012. - № 7(130). - С. 77 – 82.

4. *Новый порядок нормативной денежной оценки земель населенных пунктов: скрытая угроза* [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://kmp.ua/ru/analytcs/infoletters/new-regulation-on-normative-monetary-valuation-of-lands/>. – Загл. с экрана.

5. Лейфер, Л. А. Массовая и индивидуальная оценка. Точность методов и цена ошибок / Л. А. Лейфер // Вопросы оценки. - 2012. - № 1. - С. 31 – 39.
6. The taxation of land value as the means towards optimal urban development and the extirpation of excessive economic inequality // Land Use Policy. – 2017. – No.69 . – P. 331-337.
7. Estimation of Land Value Tax Revenues in London [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bath.ac.uk/publications/estimation-of-land-value-tax-revenues-in-london/attachments/land-value-tax-report.pdf>. - Загл. с экрана.
8. Гермонова, Е. А. Оценка городских земель для налогообложения / Е. А. Гермонова, Е. И. Митрофанова // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: горно-геологическая. – 2013. – № 1 (18). – С. 277-285.
9. Саморегулируемая межрегиональная ассоциация оценщиков [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: [http://smao.ru/press/news/market/v\\_yanvare-po-ou-abre\\_2017\\_goda\\_komissii\\_rassmotreli\\_okolo\\_44\\_tyisyach\\_zayavleniy\\_o\\_peresmotre\\_kadastr\\_ovo\\_y\\_stoimosti](http://smao.ru/press/news/market/v_yanvare-po-ou-abre_2017_goda_komissii_rassmotreli_okolo_44_tyisyach_zayavleniy_o_peresmotre_kadastr_ovo_y_stoimosti). – Загл. с экрана.



**УДК 349.412.4**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРАВОВОГО РЕЖИМА ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ**

**Тесаков Н.Е.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Рассматривается текущее состояние правового регулирования зон с особыми условиями использования территории, их место и роль в современных земельно-имущественных отношениях.*

Современные тенденции экономических преобразований обуславливают необходимость полного и всестороннего учета объектов недвижимого имущества. Развитие института частной собственности в Российской Федерации осуществляется на протяжении последних 25 лет, сопровождаясь большим количеством нововведений в сфере нормативно-правового, нормативно-технического регулирования земельно-имущественных отношений.

С целью оптимизации сведений об объектах недвижимого имущества, расположенных на территории Российской Федерации, в силу необходимости четкой регламентации процедур предоставления земельных участков, находящихся в собственности государственных органов различного уровня, законодателем в 2015 году были внесены существенные изменения в Земельный кодекс Российской Федерации.

Разработка и принятие Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», а также це-

лого ряда подзаконных актов (порядка 50 приказов Министерства экономического развития Российской Федерации), направленных на реализацию указанного Федерального закона, способствовали созданию и последующей гармонизации Единого государственного реестра недвижимости – сводного реестра, объединившего в себе существовавшие ранее Государственный кадастр недвижимости и Единый государственный реестр недвижимости и сделок с ним. И хотя до настоящего времени остаются проблемы, связанные с реализацией нововведений в сфере учета объектов недвижимого имущества, в первую очередь обусловленных масштабностью преобразований, положительные моменты процедуры реформирования (например, сокращение сроков кадастрового учета и государственной регистрации прав объектов недвижимого имущества) отмечаются экспертами и простыми гражданами.

Несмотря на существенное развитие института земельно-имущественных отношений в Российской Федерации, в настоящее время остаются не до конца решенными ряд вопросов. Одним из таких вопросов является правовой режим зон с особыми условиями использования территорий.

В соответствии со статьей 1 Земельного кодекса Российской Федерации одним из принципов земельного законодательства признается деление земель по целевому назначению на категории, согласно которому правовой режим земель определяется исходя из их принадлежности к определенной категории и разрешенного использования в соответствии с зонированием территорий и требованиями законодательства [2].

До последнего времени действующим законодательством не была предусмотрена систематизация зон с особыми условиями использования территории, что на практике часто приводило к сложностям в установлении и последующем учете таких зон сначала в Государственном кадастре недвижимости, затем в Едином государственном реестре недвижимости.

В 2008 году в статью 1 Градостроительного кодекса Российской Федерации было включено понятие зон с особыми условиями использования территорий – это охранные, санитарно-защитные зоны, зоны охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (далее - объекты культурного наследия), защитные зоны объектов культурного наследия, водоохранные зоны, зоны затопления, подтопления, зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, зоны охраняемых объектов, приаэродромная территория, иные зоны, уста-

навливаемые в соответствии с законодательством Российской Федерации [1]. Помимо четко обозначенных в определении зон, содержание статьи относит к зонам с особыми условиями использования территории так называемые иные зоны, устанавливаемые в соответствии с законодательством Российской Федерации. Данное определение зачастую являлось предметом дискуссий в части отнесения тех или иных зон непосредственно к зонам с особыми условиями использования территорий.

А. А. Черненко в своей статье «Понятие зон с особыми условиями использования территории» на основании 6 признаков (установление зоны в соответствии с требованиями законодательства, наличие у зоны границ, охранное назначение устанавливаемой зоны и т.д.) определил более 30 зон, однозначно подпадающих под определение, содержащееся в Градостроительном кодексе Российской Федерации [5].

Между тем сведения о зонах с особыми условиями использования территорий подлежат включению в Единый государственный реестр недвижимости (п. 5, ч. 5 ст. 8 Федерального закона № 218-ФЗ), должны учитываться в документах территориального планирования, градостроительного зонирования, в соответствии с установленными ограничениями должно осуществляться землепользование в указанных зонах [3].

Понимая необходимость строго учета зон с особыми условиями территорий, законодателем в содержание земельного кодекса Российской Федерации была введена Глава XIX (редакция от 03.08.2018). В данной Главе, в частности:

- описаны цели установления зон с особыми условиями использования территорий;
- приведен исчерпывающий перечень с особыми условиями использования территорий (28 зон);
- описан порядок и последствия установления таких зон [2].

Внесение указанных изменений в Земельный кодекс Российской Федерации безусловно способствует процедуре оптимизации сведений о специальных зонах, что является необходимым этапом реформирования земельно-имущественной сферы, в связи с чрезвычайной важностью четкого описания и строгого учета таких зон.

Однако, несмотря на вышеизложенное, в вопросе учета зон с особыми условиями использования территории остается немало проблемных мест. В частности, ряд специалистов отмечает отсутствие специальных нормативно-правовых актов, направленных на регламентацию процедуры установления специальных зон. На практике, зачас-

тую возникают проблемы технического характера при подготовке и последующей передаче в орган регистрации прав сведений о специальных зонах [4].

#### **Библиографический список**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ // *Российская газета*. – 2004. – 30 декабря.
2. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ // *Российская газета*. – 2001. – 30 октября.
3. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ // *Российская газета*. – 2015. – 14 июля.
4. Ламихова, М.В. Установление СЗЗ по-новому: ищем ответы в проектах подзаконных актов / М.В. Ламихова // *Справочник эколога*. – 2018. – № 7. С. 7-16.
5. Черненко, А.А. Понятие зон с особыми условиями использования территории / А.А. Черненко // *Управление развитием территории: ежеквартальный журнал для специалистов в области государственного и муниципального управления*. – 2012. – № 2. С. 9-10.



УДК 332.64: 336.226.212.1

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ДЕНЕЖНОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ДЛЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ В ГИС**

**Гермонова Е.А., Мороз А.В, Буслова А.В.**

*Донецкий национальный технический университет, . Донецк*

*Земля является одним из источников дохода государства через земельный налог, достоверность которого во многом зависит от методик и технологий денежной оценки земель и земельных участков. Статья посвящена разработке технологии автоматизации нормативной денежной оценки земель населенных пунктов, результаты которой будут использованы для расчета земельных налогов.*

*Ключевые слова: нормативная денежная оценка земли, геоинформационные системы, земельный кадастр, градостроительный кадастр.*

После распада СССР в республиках, получивших статус самостоятельных государств и отказавшихся от коммунистического пути развития, возникла необходимость в развитии новых для них форм собственности на землю. В Украине к государственной форме собственности на землю добавились еще частная и коммунальная. Частная форма собственности появилась, а земельный рынок и на сегодняшний день, не получил должного развития и напрямую воспользоваться

опытом развитых стран было практически невозможно. Поэтому методики массовой денежной оценки земли, применяемые в странах Западной Европы и США, потребовали кардинальных изменений. Так, например, в Украине массовая денежная оценка была заменена на нормативную, в Российской Федерации – на кадастровую.

Из публикаций за последние несколько лет следует, что методики нормативной и кадастровой оценки имеют недостатки, которые, конечно же, нужно исправлять [1-3]. Материалы исследований, представленные в этой статье, посвящены не разработкам новых методик, а созданию концепции автоматизации процесса нормативной денежной оценки на основе геоинформационной системы, которая должна практически полностью устранить ошибки экспертов-оценщиков при формировании исходной базы оценки, при вычислении базовой стоимости и при вычислении коэффициентов, характеризующих местоположение оценочных районов и земельных участков.

Необходимо определиться, какой основной программный продукт будет настроен на рабочем месте оценщика [4]. В разработанной технологии – это ГИС ArcGIS 10.1-10.4 компании ESRI. Данная ГИС выбрана не случайно, в регионе она используется для решения землеустроительных задач почти два десятилетия, начиная с версии ArcView 3 [5].

Ранее, когда оценщики самостоятельно формировали исходную базу для оценки, пространственные данные формировались в условной системе координат. Для предлагаемой технологии большинство данных должно формироваться из земельного и градостроительного кадастров, пространственные данные в которых могут иметь привязку в одной из систем координат: СК-63 или УСК-2000. Поэтому для работы пространственная информация должна быть представлена в одной из действующих на оцениваемой территории проекции и системе координат.

Для разработки автоматизированной системы нормативной денежной оценки (далее АС НДО) весь процесс оценки был разбит на отдельные этапы работ. Первый этап – этап сбора исходных данных и формирование базы данных для оценочных работ.

Так как в новая технология ориентирована на единое информационное пространство в областях земельного и градостроительного кадастров, то в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1, оценщик должен получить следующую информацию из государственного земельного кадастра по запросу 1:

топографическую карту масштаба 1:10 000 на оцениваемую территорию. Данный материал в настоящее время представлен в rasterном виде с файлом привязки в СК-63;

обменный файл с делением территории на кадастровые зоны и кварталы;

обменный файл с зарегистрированной границей населенного пункта, земли которого подлежат оценке;

данные формы статистической отчетности б-зем с пространственной привязкой;

обменные файлы с отводами земель для железной дороги и водных каналов (при наличии таковых);

почвенные карты в векторной форме с атрибутивной информацией.

Следующим источником информации является государственный градостроительный кадастр. По запросу 2 необходимо получить следующую информацию:

материалы зонирования территории населенных пунктов (пространственные данные с необходимой атрибутивной информацией к ним);

пространственные данные с атрибутивной информацией к ним о магистральных электрических сетях с трансформаторными подстанциями, канализационных сетях с коллекторами, магистральных водопроводах с насосными станциями, сетях газоснабжения высокого, среднего и низкого давления с ГРП;

сведения о дорогах государственного значения с пространственной привязкой.

В качестве дополнительной информации необходимы пространственные данные по городскому общественному транспорту с остановками.

В настоящее время все перечисленные данные оценщик получает по соответствующим запросам в организации, занимающейся ведением государственного земельного и градостроительного кадастров, в виде отдельных файлов. В дальнейшем, после запуска работы всех кадастровых систем в едином информационном пространстве планируется получать информацию по коду доступа напрямую из соответствующих автоматизированных систем и баз данных.

На рабочем месте оценщика устанавливается ГИС ArcGIS 10.\*\* и настраивается разработанный под предлагаемую технологию шаблон проекта, к которому уже сразу подключены базовые карты из ArcGIS Online. В шаблон добавлена новая панель инструментов, на которую размещены новые инструменты: добавить данные из АС ГЗК, добавить

данные из АС ГК и т.п. Если какие-то данные отсутствуют, оценщик в диалоговом режиме получит об этом сообщение и примет решение продолжать оценку с неполными данными или остановить процесс и запросить недостающую информацию в соответствующих организациях. На рис.2 приведен фрагмент рабочего окна программы после загрузки всех данных.



*Рис. 1. Основные источники информации АС НДО.*

Разработанный новый инструмент формирования оценочных районов по данным градостроительного зонирования, индексно-кадастровому делению и размещению проездов и улиц позволил максимально автоматизировать этот процесс. После выполнения команды, которая настроена на предлагаемый инструмент, к составному слою «Результаты оценки» добавляется слой «Проект\_Оценочных\_районов» (рис.3).

На этом этапе оценщик может внести изменения в границы оценочных районов (объединить несколько или разделить) и записать результат в файловую базу геоданных. В процессе апробации данного этапа оценки редактировалось около 10% оценочных районов. Далее в соответствии с методикой нормативной денежной оценки земель населенных пунктов вычисляется базовая стоимость одного квадратного метра земли. Здесь возможны два варианта расчетов. Первый вариант выполняется в проекте на основе нормативов затрат на обустройство населенных пунктов в зависимости от градостроительных

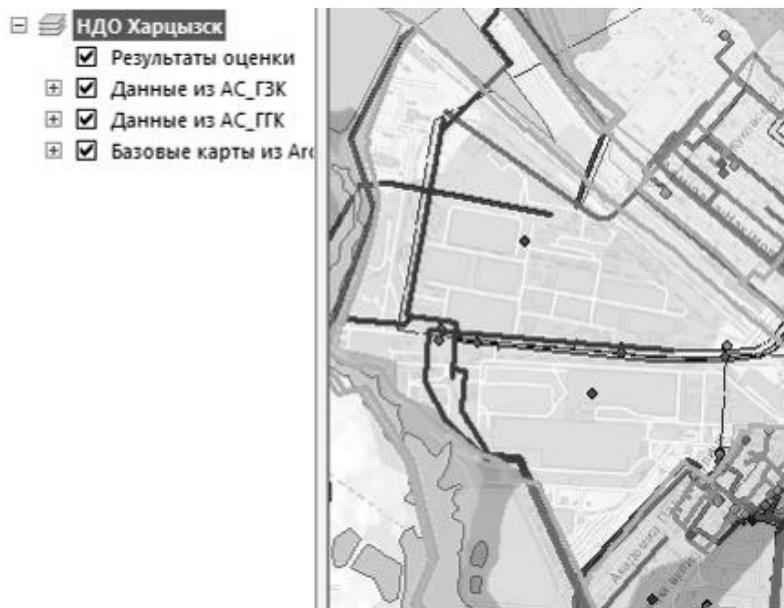


Рис. 2. Фрагмент рабочего окна программы после загрузки исходных данных



Рис. 3. Фрагмент рабочего окна программы после формирования оценочных районов

факторов. Результаты расчетов базовой стоимости по нормативам в дальнейшем могут быть использованы в качестве контрольной величины для вычислений по второму варианту, а именно по предоставленным данным соответствующими службами о затратах на обустройство территории. Следует обязательно учитывать тот факт, что расходы на освоение и обустройство территории должны представляться в виде полной восстановительной стоимости объектов инженерной инфраструктуры. Так как в настоящее время еще не решен вопрос о единой структуре предоставляемых исходных данных, расчеты выполняются по традиционной схеме, при условии, что площади застроенных территорий определяются автоматически.

Значение регионального коэффициента, характеризующего зависимость рентного дохода от местоположения населенного пункта в общегосударственной, региональной и местной системах производства и расселения формируется в соответствии с данными, приведенными в Порядке денежной оценки. В АС НДО предусмотрена возможность внесения изменений этих коэффициентов, если такое изменение будет сделано в нормативной базе на законодательном уровне.

Важным аспектом осуществления нормативной денежной оценки земель населенных пунктов является определение зонального коэффициента, характеризующего зависимость рентного дохода от степени градостроительной ценности территории города. Существуют четыре метода определения зонального коэффициента и его составляющих: стоимостной, функциональный, социологический и экспертный. В предлагаемой технологии частично реализован функциональный метод для крупных и крупнейших городов и экспертный метод для всех остальных населенных пунктов. В экспертном методе группа экспертов, расставляющая баллы по факторам, влияющим на оценку, заменена программой, в основу которой положены буферный и сетевой анализы.

Для разработки алгоритма объединения оценочных районов в экономико-планировочные зоны был применен метод конечных элементов [6].

В целом, описание предлагаемой технологии можно представить в виде укрупненной схемы (рис.4).

Выводы: Частичная апробация предлагаемой технологии при выполнении денежной оценки населенных пунктов Макеевки, Горловки, Харцызска, Ждановки и Докучаевска показала, что практически полностью устраняются грубые ошибки в процессе определения геометрических параметров оценочных районов и экономико-планировочных зон и в процессе анализа оценочных районов по

транспортно-функциональной доступности, экологическому состоянию, инженерно-инфраструктурному обеспечению территорий и социально-градостроительной привлекательности среды. Даже при частичной работе предлагаемой технологии трудозатраты при первой оценке сокращаются в пять-десять раз по отношению к существующей технологии, при повторных оценках практически сводятся к нулю.



Рис. 4. Общая логическая схема предлагаемой технологии

Несмотря на то, что ряд алгоритмов по автоматизации оценочных работ еще требует доработки для максимального исключения оценщика из вычислительного процесса, за предлагаемой технологией будущее.

### **Библиографический список**

1. Гермонова, Е.А. Оценка городских земель для налогообложения. [Текст]/ Е.А. Гермонова, Е.И. Митрофанова// *Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: горно-геологическая.* – 2013. – № 1 (18). – С. 277-285.
2. Лихогруд, О.М. Удосконалення нормативної грошової оцінки населених пунктів в сучасних умовах [Текст]/О.М. Лихогруд// *Збалансоване природокористування.* –2015.–№ 3.–С.26-29.
3. Якупова, Н.М. Проблемы оценки кадастровой стоимости земельных участков. [Текст]/ Н.М. Якупова, Л.И. Галимова // *Фундаментальные исследования.* – 2016. – № 7-2. – С. 417-422. – (<http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40525>).
4. Палеха, Ю.Н. Геоинформационная составляющая регионального градостроительного проектирования – современное состояние и перспективы развития [Текст] /Ю. Н. Палеха // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. В. Вернадского. География.* –2008. –№ 21(61). – С. 106-113.
5. Гермонова, Е.А. Совершенствование технологий ввода-вывода картографической информации в кадастровых геоинформационных системах. [Текст]: Дис. канд. техн. наук: 05.24.04 / Гермонова Екатерина Александровна. Киевский национальный университет строительства и архитектуры. –К., 2001.-172с. - Библиогр.: с.154-170.
6. Кривобоков, М.Г. Формалізація оціночного зонування міських земель з застосуванням ГІС- моделі. [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.24.04 / Кривобоков Марко Геннадійович. Київський національний ун-т будівництва і архітектури. - К., 2005.



УДК: 332.37

## **МОНИТОРИНГ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЕ ИЛИЙСКОГО РАЙОНА АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Бектурганова А., Молжигитова Д.К., Ермакбаев Б.**

*Республика Казахстан, Казахский национальный аграрный университет*

*В статье рассмотрено современное состояние естественных пастбищ в Казахстане. Выявлено, в современной флоре республики насчитывается 68 видов древесных пород, 699 видов кустарников, полукустарников и полукустарничков, 5 598 видов многолетних и 849 однолетних трав. В лесостепной и степной природных зонах находится 19 % кормовых угодий, в полупустынной – 10 %, в пустынной – 37 %, на мелкосопочнике – 18 %, на предгорных равнинах – 10 %, в горах – 6 %.*

*Определена необходимость рационального использования естественных пастбищ и мониторинг их продуктивности.*

### **Введение**

Правильное решение проблемы обводнения огромных пастбищных угодий в условиях Казахстана имеет первостепенное значение. В

этих целях необходимо изучение современного состояния обводнения пастбищ и путей его улучшения, водных ресурсов и их использования с учетом других природно-экономических условий. Для перспективного планирования и разработки конкретных практических мероприятий по обводнению пастбищ в стране важно знать не только наличие и размещение водных ресурсов, но и районирование пастбищных территорий по условиям обводнения.

Казахстан занимает пятое место в мире по площади пастбищ, которые составляют 70 процентов территории республики, или 188 миллионов гектар. Однако этот земельный фонд сегодня используется неэффективно и находится под угрозой.

Казахстан, благодаря географическому положению в центре континента Евразии и уникальному сочетанию природных комплексов степей, пустынь, гор, крупных внутриконтинентальных водоемов с выпадающими в них реками и обширными дельтами характеризуется большим разнообразием экосистем и соответствующим им типам растительности. В Казахстане представлен полный спектр подзональных вариантов растительности степей, полупустынь, пустынь и горных поясов, характерных для Центральной Азии

В современной флоре республики насчитывается 68 видов древесных пород, 699 видов кустарников, полукустарников и полукустарничков, 5 598 видов многолетних и 849 однолетних трав.

В лесостепной и степной природных зонах находится 19 % кормовых угодий, в полупустынной – 10 %, в пустынной – 37 %, на мелкосопочнике – 18 %, на предгорных равнинах – 10 %, в горах – 6 %.

Распределение растительного покрова на равнинах подчинено закону широтной зональности, что обуславливает последовательную смену 3-х зональных типов экосистем: лесостепных, степных и пустынных.

По культуртехническому состоянию 111,2 млн. га (61,6 %) пастбищ являются чистыми. Улучшенных числится 5,9 млн. га (3,2 %), закустаренных – 19,0 млн. га (10,5 %), закопчаренных – 1,6 млн. га (0,9 %), залесенных – 3,2 млн. га (1,8 %), закамененных – 4,7 млн. га (2,6 %), затырсованных – 7,7 млн. га (4,2 %), сбитых – 27,1 млн. га (15,0 %).

Наибольшие площади закустаренных пастбищ расположены в горных регионах республики и песках: в Восточно-Казахстанской области – 4,6 млн. га, Карагандинской – 3,1 млн. га, Кызылординской – 2,2 млн. га, Алматинской – 1,9 млн. га, Жамбылской – 1,8 млн. га.

В горах пастбища закустарены, в основном, таволгой, караганой, жимолостью, шиповником, в песках – жужгуном, акацией, саксаулом белым.

Залесенные пастбища находятся, в основном, в Кызылординской (902,5 тыс. га), Алматинской (695,3 тыс. га), Южно-Казахстанской (529,6 тыс. га), Жамбылской (348,4 тыс. га), Восточно-Казахстанской (130,1 тыс. га) областях. Большая часть залесенных пастбищ расположена в песках, где в эту категорию отнесены пастбища с саксаулом черным, значительно меньше их площадь в горах и на равнине, где залесены осиной, березой.

Закамененные пастбища встречаются на значительной территории Восточно-Казахстанской (1,6 млн. га), Акмолинской (1,3 млн. га), Карагандинской (0,6 млн. га) областей.

Площади заочкаренных пастбищ в целом по республике невелики, основная часть их расположена в Карагандинской (359,8 тыс. га) и Костанайской (358,4 тыс. га) областях.

В категорию затырсованных пастбищ отнесены пастбища с наличием в травостое ковылей–волосатиков (тырса и тырсык), которые во время плодоношения опасны для овец и коз. Затырсованные пастбища в наибольшем количестве встречаются в Карагандинской (2,2 млн. га), Актюбинской (1,4 млн. га), Павлодарской (1,1 млн. га) областях.

Всего пастбищ, сбитых в средней и сильной степени, в республике числится 27,1 млн. га. Наибольшие площади сбитых пастбищ числятся в Атырауской (4,1 млн. га), Актюбинской (3,9 млн. га), Алматинской (3,0 млн. га), Западно-Казахстанской (2,5 млн. га), Кызылординской (2,0 млн. га), Акмолинской (1,9 млн. га) областях.

Руководствуясь существующими правилами и данными местных исполнительных органов разработаны планы проекта пастбищеоборота района. План принят с учетом сведений о состоянии геоботанического обследования пастбищ, сведений о ветеринарно-санитарных объектах, данных о численности поголовья сельскохозяйственных животных с указанием их владельцев-пастбищепользователей, физических и (или) юридических лиц, данных о количестве гуртов, отар, табунов, сформированных по видам и половозрастным группам сельскохозяйственных животных, сведений о формировании поголовья сельскохозяйственных животных для выпаса на отгонных пастбищах, особенностей выпаса сельскохозяйственных животных на культурных и аридных пастбищах.

Административно-территориальное деление района состоит из 10 сельских округов, 32 сельских населенных пунктов.

Общая площадь земель Илийского района – 779,6 тысяч гектаров, из них пастбищные земли – 478,9 тысяч гектаров, в том числе сенокосы – 26,5 тысяч гектаров.

Климат района континентальный. Годовое количество атмосферных осадков на равнинной территории 300-310 мм. Средние температуры января -10-15°C, июля +20+25°C.

Почвы светлокаштановые, на юге встречается солончаковые земли. Толщина плодородной почвы 40-50 см. Растительный покров района включает примерно 214 видов. Самые распространенные из них зерновые и кустарниковые травы. Фонд кормов пастбищ используется в пастбищный период продолжительностью 200-210 дней. В Илийском районе действуют 44 ветеринарно-санитарных объектов, из них: 4 скотомогильников, 8 сибирский очагов, 11 ветеринарных пунктов, 11 мест для обработки животных, 10 пунктов осеменения крупного рогатого скота.



*Рис. 1. Схема (карта) расположения пастбищ на территории Илийского района в разрезе категорий земель, собственников земельных участков и землепользователей на основании правоустанавливающих документов*

В зональном аспекте разрушение пастбищных экосистем в большей мере наблюдается в равнинной части, где находится более 95 % всех сбитых пастбищ, в том числе в пустынной и полупустынной зонах – 16,1 млн. га или 59,4 % от их площади. Сбитость пастбищ яв-

ляется основным следствием изменяющихся экологических условий и нерациональной хозяйственной деятельности человека. Она проявляется в выпадении из травостоя ценных кормовых видов растений и замещением их сорными, непоедаемыми и однолетними видами.

Смена многолетних видов растений однолетними приводит не только к уменьшению средней урожайности пастбищ, но и к узкосезонной направленности их использования. Модификационные растительные сообщества являются неустойчивыми, в них идет процесс видозамещения, а урожайность в большой степени зависит от метеорологических условий и колеблется по годам и сезонам в более широких пределах.



*Рис. 2. Приемлемые схемы пастбищеоборотов*

По характеру сбитости пастбища подразделяются на три категории: 1 – с вторичной растительностью, 2 – засоренные непоедаемыми и ядовитыми растениями, 3 – тропы, сбионы, скотосбой

Пастбищ с вторичной растительностью (1-категория) числится 18,3 млн. га (67 % всех сбитых пастбищ). Наибольшие площади их находятся в Атырауской –

3,1 млн. га, Актюбинской – 3,0 млн. га, Алматинской – 2,2 млн. га, Западно-Казахстанской – 1,8 млн. га, Кызылординской – 1,2 млн. га областях.

**Таблица -1**  
**Календарный график по использованию пастбищ, устанавливающей сезонные маршруты выпаса и передвижения животных**

| Годы | Сроки перегона скота на пастбища и возврата скота из пастбищ |                                    |  |                                     |
|------|--|------------------------------------|--|-------------------------------------|
|      | Весна  | Лето                               | Осень                                  | Зима                                |
| 2018 | I декада марта<br>II декада мая                              | II декада мая<br>II декада октября | II декада октября<br>III декада ноября | III декада ноября<br>I декада марта |
| 2019 | I декада марта<br>II декада мая                              | II декада мая<br>II декада октября | II декада октября<br>III декада ноября | III декада ноября<br>I декада марта |

К пастбищам с вторичной растительностью относятся участки, травостой которых сбиты до состояния однолетнесолянковых и эфемеровых сообществ. Они занимают площадь 8,9 млн. га и распространены, в основном, в полупустынной и пустынной зонах. В травостое этих пастбищ, в основном, присутствуют поедаемые однолетние солянки (эбелек, торгайота и др.) или эфемеры и эфемероиды (мятлик луковичный, рожь дикая и др.). Урожайность у них понижена на 40-50 % и ограничен сезон использования. Эти пастбища подразделяются на среднесбитые площадью 5,4 млн. га (Актюбинская - 1,5 млн. га, Кызылординская - 0,7 млн. га, Южно-Казахстанская - 0,6 млн. га области) и сильносбитые, площадью 3,5 млн. га (Атырауская - 0,8 млн. га, Алматинская и Южно-Казахстанская - по 0,7 млн. га области).

В категорию пастбищ с вторичной растительностью отнесены травостой с преобладанием прочих поедаемых (полностью или частично) видов растений, которые являются показателями сбоя (куриное просо, эфедра, горец птичий и др.). Эти пастбища распространены на площади 2,2 млн. га, из них среднесбитые – 1,5 млн. га, сильносбитые – 0,7 млн. га. В основном, эта категория пастбищ распространена на территории Акмолинской области – 0,8 млн. га.

Ко второй категории сбитых пастбищ (8,1 млн. га – 30 %) относятся травостой, засоренные непоедаемыми (бузульник, касатики, конопля сорная и др.) и ядовитыми (борцы, брунцы, гармала и др.) видами растений. В свою очередь, засоренные непоедаемыми растениями и

засоренные ядовитыми растениями травостой подразделяются на средне- и сильнозасоренные. Засоренные непоедаемыми видами растений пастбища распространены на площади 3,3 млн. га (средне – 1,6 млн. га, сильно – 1,7 млн. га), в основном, Костанайская (1,0 млн. га), Кызылординская (0,4 млн. га) и Жамбылская (0,4 млн. га) области.

Ядовитыми растениями засорены 4,7 млн. га пастбищ (средне – 3,1 млн. га, сильно – 1,6 млн. га). Наибольшие их площади находятся в Мангистауской и Атырауской (по 0,9 млн. га), а также Актыубинской (0,8 млн. га) областях.

К третьей категории сбитых пастбищ относятся территории с отсутствием на них растительного покрова и скотосбой (временная пастбищная неудобь). Это крайняя стадия сбой, которая выявлена на площади 0,8 млн. га или 3 % . Наибольшие их площади отмечены в Жамбылской и Алматинской областях (соответственно 240 и 172,4 тыс. га).

Деграция пастбищ происходит в том случае, когда антропогенный фактор воздействия на них превысил порог способности к самовосстановлению. Нарушенные экосистемы необходимо восстанавливать путем проведения мероприятий по улучшению этих угодий (подсев трав или перезалужение с посевом многолетних трав, введение пастбищеоборотов и т. д.).

Для районов, обводняемых реками, озерами, родниками и шахтными колодцами, можно рекомендовать совершенно другие мероприятия, чем для районов, обводняемых из буровых скважин.

При проектировании обводнительных мероприятий и реконструкции существующих водных источников необходимо установить расчетные нормативы обводнения на основе результатов исследований и разработать метод расчета по оптимальному размещению источников обводнения с учетом зоны обслуживания по территории пастбищ.

**Выводы.** Проблемы обводнения огромных пастбищных территорий также тесно связаны с такими вопросами, как механизация водоподъема, налаживание службы эксплуатации, защита сооружений от сезонной и многолетней мерзлоты и экономическая эффективность этих мероприятий.

Подавляющее большинство шахтных колодцев в степных и пустынных районах имеет небольшой дебит, поэтому они эксплуатируются в условиях периодического режима. Отсюда вытекает актуальность исследования режима работы шахтных колодцев в условиях периодического отбора воды на пастбищах для водопоя животных.

**Методика.** Отбор проб травостоя с пастбищ производили непосредственно перед выпасом животных, выделяя 10 участков Илском

районе Алмагинской области в площадью 1 м<sup>2</sup> расположенных по диагонали.

### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Требования, предъявляемые при рациональном использовании пастбищ. Для правильного использования пастбищ требуется: 1) стравливать растения в состоянии, обеспечивающем получение от животных высокой продукции; 2) прокормить возможно больше животных; 3) сохранить урожай пастбища и хороший кормовой состав его растений на высоком уровне в течение всех лет использования пастбища и в то же время создать условия для дальнейшего повышения его урожайности.

Рациональное использование пастбища складывается из следующих обязательных элементов: 1) установления оптимальной высоты, сроков и кратности использования; 2) выбора способов использования в течение одного пастбищного сезона и по годам; 3) установления техники стравливания травы; 4) оборудования пастбищной территории, комплектования стада, выбора распорядка пастбищного дня; 5) текущего ухода за пастбищем.

#### **Библиографический список**

1. Сводный аналитический отчет о состоянии земельных ресурсов РК за 2017 г.
2. Анисимова, Е.И. Естественные пастбища и их ботанический состав / Е.И. Анисимова, Е.Р. Гостева, Н.Н. Козлова // *Аграрная наука*. – 2015.- № 9. С. 8-9.
3. А.А. Тореханов, И.И. Алимаев *Природные и сеяные пастбища Казахстана*. – Алматы: Гылым, 2006 год. 7-13 стр



УДК 528.443

## **К ВОПРОСУ КООРДИНИРОВАНИЯ ГРАНИЦ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ**

**Басова И.А., Алехин В.С.**

*Тулский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассматривается методика проведения кадастровых работ с применением ГНСС-технологий, а также приведен анализ нормативных требований, предъявляемых к точности полученных данных.*

**Постановка задачи.** С 1 января 2018 года из действующего законодательства исключены положения, допускающие внесение сведений в Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним при отсутствии координат характерных точек границ

земельных участков [3,4]. Анализ статистики показывает, что количество зарегистрированных земельных участков, не имеющих таких сведений, остается весьма высоким. Соответственно, объем предстоящих кадастровых работ по определению координат характерных точек границ земельных участков ожидается значительным и, вопросы определения координат с использованием различных геодезических методов с учетом точности их определения актуальны.

Земельный участок как объект права собственности является недвижимой вещью, которая представляет собой часть земной поверхности и имеет характеристики, позволяющие определить ее в качестве индивидуально определенной вещи [1].

Подтверждением существования такого недвижимого имущества с уникальными характеристиками индивидуально-определенной вещи (объекта недвижимости) являются действия уполномоченного органа по внесению сведений о нем в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) [2].

Подготовка документов, содержащих необходимые для кадастрового учета сведений о недвижимом имуществе, выполняется кадастровыми инженерами в процессе их профессиональной кадастровой деятельности.

При координировании характерных точек границ определяется площадь объектов недвижимости и осуществляется описание местоположения объектов недвижимости, проводится согласование местоположения границ земельного участка [5].

Геодезической основой ЕГРН являются государственная геодезическая сеть и геодезические сети специального назначения - опорные межевые сети (ОМС). Картографической основой государственного кадастра недвижимости являются карты, планы, подлежащие обновлению не реже чем один раз в десять лет.

Площадь земельного участка, определенная с учетом установленных требований, не должна быть:

- меньше площади земельного участка, сведения о котором содержатся в Едином государственном реестре недвижимости, более чем на десять процентов;
- больше площади земельного участка, сведения о котором содержатся в Едином государственном реестре недвижимости, более чем на величину предельного минимального размера земельного участка, установленного в соответствии с федеральным законом для земель соответствующих целевого назначения и разрешенного использования;

– больше площади земельного участка, сведения о котором содержатся в Едином государственном реестре недвижимости, более чем на десять процентов, если предельный минимальный размер земельного участка не установлен [5].

Плановое положение на местности границ земельного участка характеризуется плоскими прямоугольными координатами центров межевых знаков, вычисленными в местной системе координат. Определение координат межевых знаков производится способами прямых и обратных засечек, проложением тахеометрических ходов, а также с использованием приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Комплексное использование ГНСС - приемников и электронных тахеометров получило наибольшее распространение при кадастровых съемках. При этом синхронные ГНСС - наблюдения выполняются на нескольких пунктах с известными координатами (опорных пунктах) и на определяемых пунктах. Эти пункты могут, как совпадать, так и не совпадать с поворотными точками границ земельных участков. В последнем случае пункты играют роль связующих, т.е. они обеспечивают привязку измерений координат границ земельного участка, полученных с помощью электронных тахеометров, к выбранной системе координат. Тахеометрические измерения выполняются полярным методом со съемочных станций. В качестве пунктов с известными координатами используются пункты государственной геодезической и опорно-межевой сетей [6, 7, 8].

Положение о государственной геодезической и нивелирной сети, определяющее назначение, состав и требования к ним, утверждены Постановлением Правительства РФ от 09.04.2016 № 289 [9].

Пункты ОМС по возможности размещаются на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности с учетом их доступности. ОМС рекомендуется определять с использованием статических ГНСС-наблюдений с привязкой не менее, чем к двум пунктам государственной геодезической сети. Плановое положение пунктов ОМС определяется обычно в местных системах координат, высоты пунктов – в Балтийской системе высот [8]. Порядок создания геодезических сетей специального назначения, определен Приказом Министерства экономического развития РФ от 22.12.2015 № 961 [10].

Среди относительных способов определения пространственных векторов различают статические и кинематические режимы ГНСС-наблюдений. Статические режимы являются наиболее точными, но требующие наибольших затрат времени, они являются основными при построении геодезических сетей. Время измерения на пункте лежит в

пределах от одного до нескольких часов. В режиме статики используется постобработка и специальное программное обеспечение. Точность статики увеличивается с увеличением времени измерений [11].

Существенным достижением в развитии кинематических режимов явилась разработка метода, позволившего одновременно осуществлять измерения и их обработку в реальном времени - Real Time Kinematics - RTK. Метод требует наличия специального контроллера (полевого компьютера) для оперативной обработки и сохранения материалов. Сущность метода сводится к тому, что между опорным и роверным приемником организуется цифровой радиоканал, по которому роверный приемник получает всю необходимую информацию для обработки. Благодаря этой информации на подвижном приемнике вычисляются приращения координат точки его местоположения по отношению к базовой станции за несколько секунд. В результате он определяет свои координаты с ошибкой порядка сантиметра через несколько секунд после включения [11].

Другим преимуществом режима RTK является возможность контроля оператором роверного приемника процесса получения данных, в том числе - оценки точности измерений. Это позволяет исключить появления «белых пятен» на готовом плане и использовать ГНСС-измерения в более сложных условиях съемки [12].

В составе геодезических сетей специального назначения могут использоваться спутниковые дифференциальные геодезические станции. При дифференциальном методе определения координат на опорном пункте (базовая станция) из наблюдений за спутниками определяются дифференциальные поправки для координат пункта. Дифференциальные поправки передаются от базовой станции к мобильному приемнику при постобработке или в реальном масштабе времени с использованием радиомодема или других средств беспроводной связи. [13]. Это позволяет корректировать навигационные параметры и повышать точность определения координат [10].

Следует отметить, что в последние годы этот метод получил широкое распространение благодаря строительству в российских регионах опорных базовых станций ГНСС. Необходимые данные могут быть сразу получены в местной системе координат, которые показываются и в межевом плане. Однако, как показывает практика, при удалении места проведения измерений от базовой станции на 50 и более километров надёжность определения координат с заданной точностью существенно снижается. В таком случае необходимо рекомендуется проводить статические ГНСС-наблюдения. Информация о ближайших пунктах ОМЗ содержится в материалах кадастрового плана террито-

рии (КТП), которые в обязательном порядке должен заказать кадастровый инженер на подготовительном этапе работы.

Определение координат характерных точек земельного участка возможно и с использованием только тахеометра, однако это целесообразно при небольшом удалении данного участка от пунктов ГГС или ОМС. В противном случае необходимо прокладывать теодолитный ход от этих пунктов к выбранным точкам съемки, что требует существенных материальных и временных затрат.

Приказом Министерства экономического развития РФ от 23 июля 2013 г. № 412 утвержден перечень геодезических и картографических измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [15]. Позднее приказом Министерства экономического развития РФ от 01 марта 2016 г. № 90 были утверждены требования к точности и методами определения координат характерных точек границ земельного участка [16].

По желанию заказчика договором подряда на выполнение кадастровых работ может быть предусмотрено определение местоположения характерных точек с более высокой точностью. В этом случае определение координат характерных точек производится с точностью, указанной в договоре подряда.

В Инструкции по межеванию земель, утвержденной Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству 8 апреля 1996 года, нормативные показатели по точности определения межевых знаковых были установлены одинаковыми для различных категорий земель [17]. В настоящее время этот документ утратил силу, но выполненные на его основе результаты измерения могут содержаться в актуальных кадастровых документах. Это может создать сложности юридического порядка при спорных ситуациях.

Как следует из практики, а также согласно документу и техническим характеристикам используемых приборов и оборудования точность определения координат, как в статических, так и в динамических режимах ГНСС-наблюдений заметно превосходит нормативные требования, предъявляемые к точности определения координат характерных точек границ земельного участка [13].

Использование ГНСС-наблюдений обозначило преимущества перехода к электронному оформлению документации. В настоящее время карта (план) объекта землеустройства составляется кадастровыми инженерами практически только в электронном формате. Очевидными причинами этого являются, во-первых, оперативные потребности государственных органов в результатах кадастра недвижимости и мониторинга земель. Эффективное решение сложных задач в настоя-

щее время невозможно без комплексной автоматизации сбора информации, ее регистрации, передачи, хранения, переработки и доведения до заинтересованных лиц и организаций. Реализуются эти функции на базе различных аппаратно-программных комплексов, но все они требуют входных данных в электронной форме.

Другой причиной перехода на электронный формат карт является повсеместное использование современных компьютеризированных геодезических приборов и соответствующего программного обеспечения для камеральной обработки измерений.

В качестве электронной карты в практике государственных органов и кадастровых инженеров широко используется географическая информационная система (ГИС) «MapInfo». Благодаря своей высокой функциональности она позволяет не только отображать картографическую информацию, но и проводить ее анализ, редактирование и архивацию. В то же время ГИС «MapInfo» относится к классу настольных ГИС, т.е. не предъявляет высоких аппаратных требований и относительно недорога [14]. ГИС «MapInfo» используется для ведения дежурной кадастровой карты в программном комплексе Единого государственного реестра земель.

**Выводы.** Интенсивное развитие геодезических приборов и программного обеспечения для обработки результатов измерений позволило существенно повысить результативность работы кадастровых инженеров. Наибольший эффект достигается применением в условиях слабопересеченная местности и сельских поселений современных ГНСС-приемников с опорой на спутниковые дифференциальные геодезические станции. Использование ГНСС- приемника в режиме RTK позволяет минимизировать затраты времени на полевые работы и камеральную обработку данных, а также проводить ГНСС-наблюдения в более сложных условиях местности. Достижимая при этом точность определения координат заметно превосходит нормативные требования.

#### **Библиографический список**

1. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.10.2001, №136-ФЗ [с изм. и доп. на 29.07.2017]//Правовая система «Гарант», 2017
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О государственной регистрации недвижимости» // *Собрание законодательства РФ*. 2015. № 29 (ч.1). с. 4344.
3. Федеральный закон от 22.12.2014 № 447-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О внесении изменений в Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // *Собрание законодательства РФ*. 2015. № 46 с. 4456.
4. Распоряжение Правительства РФ от 01.12.2012 №2236-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Повышение качества государственных услуг

в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним»// Собрание законодательства Российской Федерации. №50 (4. VI). с.7088.

5. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О кадастровой деятельности (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)» // Собрание законодательства РФ. 2007. №31. с. 4017.

6. Инженерная геодезия, Е.Б. Ключин, М.И. Киселев, Д.М. Михелев, В.Д. Фельдман; под ред. Д.Ш. Михелева.-10-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 496 с.

7. Инженерная геодезия: учеб. пособие / Д.Ш.Михелев [и др.]. - 4-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 480 с.

8. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: Учебн. Пособие для вузов. – 4 -е изд., перераб. и доп. – М.: Академический проект, 2013.- 538 с.

9. Постановление Правительства РФ от 09.04.2016 № 289 «Об утверждении Положения об государственной геодезической сети и государственной нивелирной сети» //Правовая система «Гарант», 2017

10. Приказ Министерства экономического развития РФ от 22.12.2015 № 961 «Об утверждении Положения о создании геодезической сети специального назначения» //Правовая система «Гарант», 2017

11. Авакян В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ. – 2-е изд. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. - 588с.

12. К.А.Воробьев «Спутниковые ГНСС-измерения в режиме реального времени – GSM RTK», «Геопрофи» №2, 2008. - с. 47-49.

13. ГОСТ Р53607-2009 Глобальные навигационные спутниковые системы. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерениям псевдодалностей. Основные положения.

14. Раклов В.П. Географические информационные системы в тематической картографии: Учебное пособие для вузов. – 4-е изд. – М.: Академический проект, 2014. - 176 с.

15. Приказ Министерства экономического развития РФ от 23.07.2013 №412 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, выполняемых при осуществлении геодезической и картографической деятельности, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений» //Правовая система «Гарант», 2017

16. Приказ Министерства экономического развития РФ от 01.03.2016 №90 «О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, в так же контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке» //Правовая система «Гарант», 2017

17. «Инструкция по межеванию земель: инструкция / утв. Роскомземом 08.04.1996 //Правовая система «Гарант», 2010.



УДК 528.44

## **К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ СВЕДЕНИЙ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ**

**Устинова Е.А.**

*Тульский государственный университет, г. Тула Россия*

**Гречина М.О.**

*ООО ГеоПроКадастр, г.Тула, Россия*

*Рассмотрены вопросы наполнения ЕГРН достоверными сведениями об объектах недвижимости на основе информационного взаимодействия с ИСОГД*

В настоящее время информация об объектах недвижимости используется в различных сферах государственного управления. Стремление к созданию информационных систем, содержащих полные и достоверные сведения об объектах недвижимости, определяет развитие законодательной базы.

На сегодняшний день основным информационным ресурсом об объектах недвижимости считается Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), который описывает объект недвижимого имущества в качестве объекта учета и регистрации прав [3]. Близкой по содержанию базой данных об объектах недвижимого имущества является информационная система обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), содержащая сведения о характеристиках территории, в пределах которой расположен объект недвижимости [1].

Также существует множество других источников информации об объектах недвижимости, которые доступны в порядке межведомственного информационного взаимодействия [3, 4].

Согласно современным научно-техническим публикациям, одну из ключевых нерешенных задач осуществления деятельности по ведению ЕГРН представляет незавершенность реестра недвижимости, причиной чему в том числе является заявительный характер ведения ЕГРН.

Общее количество неучтенных в ЕГРН земельных участков и иных объектов недвижимого имущества до сих пор не определено, Росреестром в отчетах предоставляются лишь процентные показатели учтенных объектов недвижимого имущества. Так, доля земельных участков, учтенных с границами, соответствующими требованиям действующего законодательства Российской Федерации, в общем количестве земельных участков Тульской области, учтенных в ЕГРН в

2017 году, составила 50,88% [5]. В границах Тулы внесены в ЕГРН в соответствии с действующим законодательством 69,6% земельных участков и 13,5 % объектов капитального строительства [5].

Однако формирование ЕГРН зависит не только от желания правообладателя объекта недвижимости, но и наличия различных проблем, которые не позволяют внести объект в ЕГРН.

Одной из таких проблем является недостаточное взаимодействие ФГИС ЕГРН с другими информационными системами, в том числе и ИСОГД. Однако и при запросе сведений из ИСОГД правообладатели сталкиваются с проблемой разночтения информации в разных информационных системах.

Особенно часто такие обстоятельства возникают при получении разрешения на строительство ОКС. Например, при получении градостроительного плана было выявлено, что земельный участок с видом разрешенного использования «для индивидуального жилищного строительства» (сведения ЕГРН) полностью расположен в «противопожарной зоне для лесных насаждений и лесничеств» (сведения ИСОГД). Таким образом, правообладатель не имеет возможности внести сведения об объекте капитального строительства в ЕГРН в законодательно предусмотренном порядке.

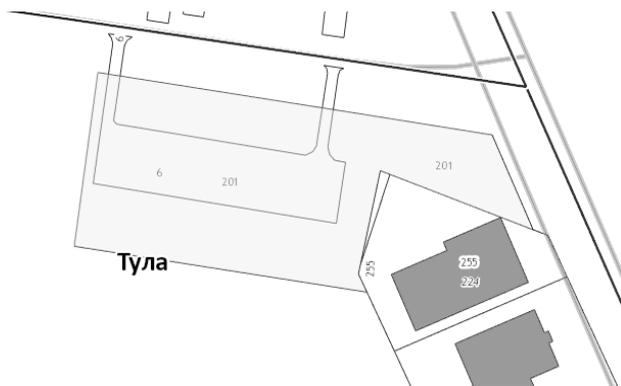
Другой важной проблемой наполнения ЕГРН кадастровой информацией является наличие реестровых ошибок в местоположении границ объектов недвижимости (рисунок 1) или их пересечение с установленными границами населенных пунктов.

Принимая во внимание заявительный принцип ведения ЕГРН, недостоверные сведения о значительном количестве объектов недвижимого имущества содержатся в реестре недвижимости и по сей день. В связи с этим такие ошибки могут обнаруживаться при осуществлении кадастровых работ на смежных земельных участках.

Действующее законодательство признает достоверными сведения, внесенные в реестр, в связи с чем кадастровому инженеру для выполнения кадастровых работ дополнительно приходится предоставлять доказательства относительно наличия реестровой ошибки.

Также формированию ЕГРН и наполнению реестра актуальными, достоверными сведениями, не противоречащими нормам действующего законодательства в сфере градостроительства препятствует отсутствие в ЕГРН сведений о красных линиях. Распространенным явлением на сегодняшний момент является постановка на кадастровый учет границ земельных участков без учета существующих красных линий.

В соответствии с Градостроительным кодексом РФ сведения о красных линиях содержатся в ИСОГД. Красные линии - линии, которые обозначают существующие, планируемые границы территорий общего пользования и границы территорий, занятых линейными объектами и (или) предназначенных для размещения линейных объектов [1]. В Туле красные линии установлены в соответствии с Постановлением администрации города [6].



*Рис. 1. Фрагмент публичной кадастровой карты с земельными участками, имеющими реестровую ошибку в местоположении границ*

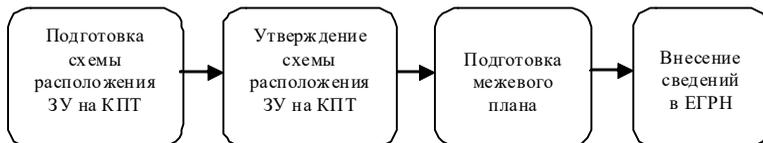
В соответствии с действующим законодательством при образовании земельных участков, если границы образуемых земельных участков имеют пересечение с красной линией, данное обстоятельство является препятствием для постановки на кадастровый учет объекта недвижимости. Поэтому при формировании границ земельного участка кадастровый инженер прибегает к запросу сведений из ИСОГД, содержащих координаты необходимой красной линии.

Например, для постановки на кадастровый учет вновь образованных земельных участков может быть выполнена последовательность действий, представленная на рисунке 2[2,3].

Проверка на наличие пересечений земельных участков с красными линиями проводится в данном случае на этапе утверждения схемы расположения земельного участка (ЗУ) на кадастровом плане территории (КПТ).

Однако при формировании границ уточняемого земельного участка для внесения сведений в ЕГРН о таких границах, сведения о ко-

ординатах красных линий могут не учитываться, так как данные сведения не внесены в ЕГРН. При этом информация о красных линиях отражается на публичной кадастровой карте в качестве справочной информации (рисунок 3), но их координаты отсутствуют в кадастровых планах территории. Кроме того, положения о наличии пересечений с красными линиями при формировании границ уточняемого земельного участка в законодательстве также отсутствуют.



*Рис. 2. Этапы подготовки документов для постановки на кадастровый учет вновь образованных земельных участков*

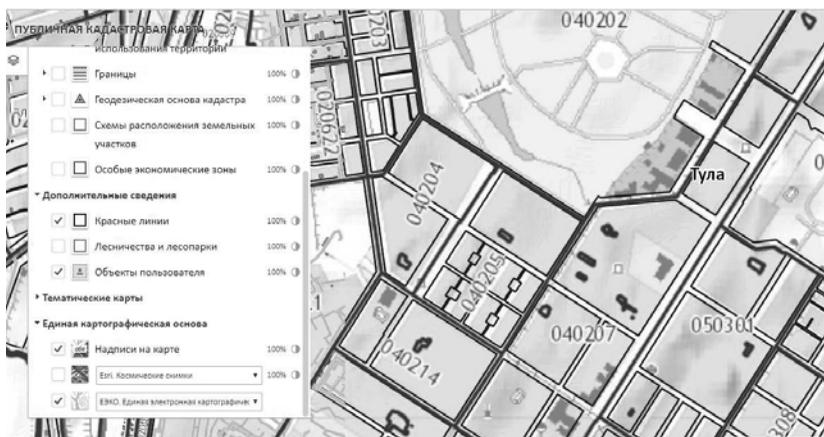
В связи с тем, что ЕГРН позиционируется как достоверный источник информации об объектах недвижимого имущества, пересечение границ земельных участков с красными линиями недопустимо, так как данное обстоятельство нарушает градостроительные регламенты.

В общем виде порядок действий при уточнении границ земельных участков выглядит следующим образом (рисунок 3):

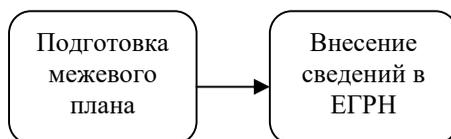
Недостатки существующего процесса заключаются в следующем:

- 1) отсутствует проверка на наличие пересечений земельных участков с красными линиями на уровне администрации;
- 2) не производится проверка органом регистрации прав в связи с отсутствием сведений о красных линиях в ЕГРН;
- 3) законодательно не закреплено положение о необходимости проведения проверки границ уточняемых земельных участков на предмет пересечения с красными линиями.

В целях устранения пробела в законодательстве по данному вопросу необходимо внести в закон о Государственной регистрации недвижимости положения о невозможности формирования границ земельных участков без учета красных линий. Тогда при проверке документов, необходимых для уточнения местоположения границ земельных участков, на орган регистрации права будет возложена функция выявления нарушений на предмет пересечения границ земельных участков с красными линиями.



**Рисунок 3 - Фрагмент публичной кадастровой карты с красными линиями**



**Рисунок 4 - Порядок уточнения границ земельных участков**

Учитывая то, что в настоящий момент сведения о красных линиях в ЕГРН отсутствуют, получить такие сведения орган регистрации права сможет путем межведомственного информационного взаимодействия со службами, уполномоченными на ведение ИСОГД (например, Управлением градостроительства и архитектуры Тульской области).

Такой подход позволил бы устранить ряд нарушений в части формирования границ земельных участков. Данный факт является способом наполнения ЕГРН достоверными сведениями, не противоречащими действующему законодательству.

**Библиографический список**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 3.08.2018)
2. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 3.08.2018)
3. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 03.08.2018)

4. *О единой системе межведомственного электронного взаимодействия: Постановление Правительства РФ от 08.09.2010 N 697 (ред. от 30.06.2018)*

5. *Доклад о состоянии и использовании земель в Тульской области в 2017 году: Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (РОСРЕЕСТР) Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области. - 2018.*

6. *О подготовке проекта Сводного плана красных линий на территорию муниципального образования город Тула: Постановление администрации города Тулы № 3834 от 15.11.2013*



УДК 333:528.44

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОБЪЕКТОВ**

**Чекулаев В.В., Янина Н.А.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*На основе анализа ранее существующей и современной действующей нормативно-правовой базы государственной кадастровой оценки земель проведено обоснование необходимости учета природных факторов при определении кадастровой стоимости земель особо охраняемых территорий и объектов.*

Одним из наиболее важных прав человека, которые устанавливаются статьей 42 Конституции РФ, является право на обеспечение благоприятной окружающей среды. Однако в процессе расширения сферы хозяйственной деятельности, а также в связи с постоянной активизацией промышленности, начинает оказываться все более негативное воздействие на целостность природных экологических систем, что приводит к ухудшению экологической обстановки в государстве, а также истощению природных ресурсов.

Согласно Земельному законодательству (ст. 94 ЗК РФ) земли, имеющие особое научное, рекреационное, природоохранное, историко-культурное, эстетическое, оздоровительное и иное ценное значение, которые изъяты в соответствии с постановлениями федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации или решениями органов местного самоуправления полностью или частично из оборота и хозяйственного ис-

пользования, и для которых установлен особый правовой режим отнесены к землям особо охраняемых территорий и объектов (Далее – ООТиО).

К землям особо охраняемых территорий относятся земли:

- особо охраняемых природных территорий;
- природоохранного назначения;
- рекреационного назначения;
- историко-культурного назначения;
- особо ценные земли.

В состав земель рекреационного назначения относятся земли, используемые и предназначенные в целях организации туризма, отдыха, спортивной и физкультурно-оздоровительной деятельности граждан. В их состав входят земельные участки, на которых находятся пансионаты, дома отдыха, кемпинги, туристические базы, объекты физической культуры и спорта, детские туристические станции, детские и спортивные лагеря, стационарные и палаточные туристско-оздоровительные лагеря, туристские парки, учебно-туристические тропы, трассы, другие аналогичные объекты.

Ранее до 2016 г. правовое, нормативное и методическое обеспечение проведения государственной кадастровой оценки земель особо охраняемых территорий и объектов включало комплект следующих документов:

– Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов (Приказ Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации от 23 июня 2005 года N 138 "Об утверждении Методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов");

– Технические указания по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов (Технические указания по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов: утверждены руководителем Федеральной службы земельного кадастра России 17 февраля 2004 года);

– Типовая форма отчета об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель особо охраняемых территорий и объектов (Приказ Федерального агентства кадастра объектов недвижимости от 30 апреля 2008 года № П/0126 "О типовых формах отчета об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель промышленности и иного специального назначения и отчета об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель особо охраняемых территорий и объектов").

Основные положения определения кадастровой стоимости земель особо охраняемых территорий и объектов определены в приказе Министерства экономического развития и торговли РФ ОТ 23-06-2015 № 138 «Об утверждении методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов».

Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов (далее - Методические рекомендации) применяются для определения кадастровой стоимости земельных участков следующих видов использования земель в составе земель особо охраняемых территорий и объектов:

- земли рекреационного назначения;
- земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов.

Согласно Методическим рекомендациям, выделены следующие группы земельных участков по их разрешенному использованию (Рисунок 1) [4].

**Таблица 1**

**Группы земельных участков по виду разрешённого использования**

| 1 группа   | 2 группа   |
|--|--|
| земли особо охраняемых природных территорий                                | земли рекреационного назначения (за исключением земель 1 группы) |
| земли природоохранного назначения  | земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов              |
| земли природных зеленых зон  |  |
| земли историко-культурного назначения                                      |  |
| земельные участки, на которых находятся учебно-туристические тропы, трассы |  |
| особо ценные земли   |  |

Кадастровая стоимость земельных участков (Далее – КС ЗУ), которые отнесены к первой группе, рассчитывается путём умножения удельного показателя КС ЗУ на его площадь. Кадастровая стоимость рекреационных земель определяется посредством произведения поправочных коэффициентов и средней величины КС рекреационных земель. Данные коэффициенты учитывают рекреационную привлекательность территории и общий уровень цен на землю в выбранном административно-территориальном образовании. КС ЗУ, принадлежащих второй группе, рассчитывается путём умножения корректировочного значения на удельные показатели.

Кадастровая стоимость земельных участков 2 группы рассчитывалась в соответствии с требованиями Методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов, утвержденных Приказом МЭР РФ №138 от 23.06.2005 г. и Временной методики государственной кадастровой оценки земель особо охраняемых территорий и объектов, утвержденной 17.02.2004 и согласованной с Минэкономразвития России, МНС России, МПР России.

Определение КС ЗУ 2 группы производилось с установлением для каждого из кластеров рыночной стоимости эталонных объектов. Расчет рыночной стоимости проводился с помощью метода сравнения продаж в рамках подхода сравнительного [4].

Порядок определения КС ЗУ 2 группы проводится в следующей последовательности:

- 1 – Определение перечня земельных участков.
- 2 – Кластеризация земельных участков.
- 3 – Определение эталонного земельного участка для каждого из каждого кластера земельных участков.
- 4 – Определение рыночной стоимости эталонных земельных участков.
- 5 – Определение кадастровой стоимости земельных участков.

К ценообразующим факторы кластеризации земельных участков, отнесенных ко 2й группе [3,4] входили: расстояние до места преимущественного проживания отдыхающих, км; расстояние до ближайшего поселения, км; дорога (покрытие); сезонность (лето/круглый год); наличие водных объектов (да/нет); наличие лесных массивов (да/нет); наличие вблизи уникального рекреационного ресурса (да/нет); экологическая ситуация; престижность местоположения.

К улучшениям земельного участка в основном относится сезонность, то есть наличия отопления в зданиях и капитальности. Сезонность отдыха зависит от климата. Климат и температурный режим дают возможность круглогодично отдыхать в Тульской области, поэтому данный фактор в качестве факторов, имеющих влияние на стоимость земельного участка, не рассматривался. Возможность централизованного газоснабжения влияет на сезонность нахождения отдыхающих на территории, так как газовое отопление является наиболее выгодным [3,4].

Престижность расположения зависит от окружения, то есть наличие водоема для купания, леса, хороших условий проживания и подъезда расположение участка для рекреационных целей будет иметь спрос отдыхающих. Фактор престижности имеет субъективный харак-

тер, зависит от распиаренности определённого дома отдыха, отдыха в нем каких-то знаменитостей, модных тенденций в архитектуре, наличии поблизости известного туристического объекта. Упомянутый фактор сложно поддается количественному учёту, следовательно, не был учтен в оценке. [3,4].

При расчете КС группы 2 для определения корректировки на месторасположение были выбраны основные факторы (Рисунок 1), которые влияют на удобство и престижность расположения ЗУ (факторы кластеризации).

|  |
|--|
| Наличие хорошего подъезда по автодороге (асфальтовое покрытие)   |
| Наличие хорошего подъезда общественным транспортом (авто)<br>Расстояние от населенного пункта до ближайшей станции ж/д |
| Наличие поблизости магазина  |
| Хорошая экологическая ситуация<br>Наличие лесных массивов  |
| Наличие водных объектов  |
| Пригодность водных объектов для купания  |
| Наличие вблизи уникального рекреационного ресурса, лечебных источников   |
| Наличие в населенном пункте центрального электроснабжения  |
| Наличие в населенном пункте центрального водоснабжения   |
| Наличие в населенном пункте центрального газоснабжения   |

*Рис. 1. Факторы, влияющие на престижность расположения земельного участка*

При наличии указанного фактора присваивается коэффициент 1, при отсутствии - 0. Расстояние до станции ж/д принимается в км, положительным фактором была возможность дойти до станции пешком (не более 5 км).

С 2016 г. нормативно-правовой базой проведения кадастровой оценки объектов недвижимости является:

- Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 237-ФЗ "О государственной кадастровой оценке";

- Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке. Министерство экономического развития Российской Федерации. Приказ от 12 мая 2017 года № 226.

При определении кадастровой стоимости земельного участка кроме обеспеченности (наличие либо отсутствие) инженерной и транспортной инфраструктурой (наличие инженерного и транспортного обеспечения до границ земельного участка) должна учитываться: степень освоения окружающей территории земельного участка (характеристики окружения земельного участка); существующий рельеф земельного участка (при наличии информации о влиянии на стоимость) [1,2].

При этом необходимо учитывать максимально полные сведения о местоположении, физических, технических и эксплуатационных характеристиках, степени благоустройства объектов недвижимости, ограничениях в их использовании, иных характеристиках, необходимых для определения кадастровой стоимости.

Для определения кадастровой стоимости осуществляется сбор и анализ информации о рынке объектов недвижимости, а также анализ информации, не относящейся непосредственно к объектам недвижимости, но влияющей на их стоимость, в том числе: информации об экономических, социальных, экологических и прочих факторах, оказывающих влияние на стоимость объектов недвижимости (информация о внешней среде объектов недвижимости).

К информации о внешней среде объектов недвижимости относится информация, характеризующая социально-экономическое состояние Российской Федерации, социально-экономическое состояние и тенденции развития субъекта Российской Федерации, муниципального образования, территории, в границах которой проводится государственная кадастровая оценка.

На основе проведенного анализа информации о внешней среде объектов недвижимости определяются ценообразующие факторы, характеризующие непосредственное окружение и сегмент рынка объектов недвижимости.

В соответствии с Приложением № 3 к Методическим указаниям о государственной кадастровой оценке, утвержденным приказом Минэкономразвития России от 12 мая 2017 года № 226 в примерный перечень ценообразующих факторов для 13-ти основных сегментов (кроме 1-го сегмента "Сельскохозяйственное использование") входят: категория земель (при наличии ее влияния), вид разрешенного использования; площадь земельного участка; фактическое использование; коэффициент протяженности земельного участка по данным геоинформационных систем (ГИС); наличие обременений (ограничений) земельного участка; характеристики застройки земельного участка.

И лишь при определении кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий в составе факторов стоимости следует учитывать плодородие земельного участка, а также влияние природных факторов (качественные характеристики почвенного слоя земельного участка (содержание и мощность гумусового слоя, содержание физической глины, свойства почв, такие как степень эродированности, оглеение, солонцеватость, солончаковатость, легкий гранулометрический состав и прочее, а также агроэкологический потенциал).

Рекреационные земли, как и земли других категорий, являются объектом кадастровой оценки. Однако это является не такой простой задачей в связи с тем, что методика кадастровой оценки земель основывается на информации о стоимости совершаемых сделок на рынке недвижимости, но операции с такими землями проводятся крайне редко.

Трудности в оценке рекреационных земель связаны так же с особенностями их использования, рекреационной ценностью и тем, что они являются важной частью окружающей среды. Такие земли характеризуются рядом факторов, такими как социально-экономическими (степень благоприятности для проведения различных рекреационных занятий, транспортная доступность и пр.), инженерными (оценка возможности строительства, природные опасности и пр.), историко-культурными (наличие памятников архитектуры, искусства, истории, уникальность имеющихся объектов и пр.), природными (геологическое строение, климат, рельеф и пр.), которые должны приниматься во внимание.

В ряде научных исследований по вопросу оценки земель рекреационного назначения отмечена необходимость учета влияния совокупности факторов: природных, антропогенных, демографических и экологических, определяющих состояние окружающей среды.

Анализ ранее существующих и действующей методик государственной кадастровой оценки земель показал, что при оценке исследуемых земель в основном учтено только влияние демографических, экологических и антропогенных факторов [1-5]. Влияние природных факторов остаётся наименее изученным [6-8].

Ранее к природным ценообразующим факторам, влияющими на формирование стоимости земельных участков рекреационного назначения, относились наличие лесных деревьев на участке или рядом и близость водоёма. При этом оценка «да/нет», имеющая место в настоящее время, носит исключительно субъективный характер и мало информативна. Уровень влияния оценки природных ресурсов в на-

стоящее время не соответствует требованиям детальности исследования. Оценка ресурсов определяется прямым расчетом или по аналогии.

При оценке этих земель природные факторы целесообразно классифицировать на три группы: собственно геологические, погодноклиматические, географо-ландшафтные.

К собственно геологическим факторам, непосредственно определяющих состояние и качество земель, относятся: геологическое строение верхней части массива горных пород, рельеф земной поверхности, состояние почвенного покрова, наличие опасных экзогенных геологических процессов.

В состав погодноклиматических необходимо включить следующие факторы: тип климата; температуру воздуха и ее перепады; атмосферное давление и его перепады; скорость ветра; атмосферные осадки; облачность; влажность воздуха; количество солнечных дней.

К географо-ландшафтным необходимо отнести факторы:

- геоморфологические (рельеф местности – минимальные и максимальные абсолютные отметки, степень его расчлененности, особенности ландшафта);

- гидрологические ресурсы (наличие на территории водных объектов, обводненность, заозеренность, наличие родников с пресной и минеральной водой, наличие морских акваторий);

- наличие лесного фонда (площадь лесного массива, наличие растительности с определенными фитоцидными свойствами);

- эстетические особенности (контрастность, цветовая гамма, глубина и разнообразие перспектив, степень антропогенной трансформации естественного ландшафта);

- наличие символических объектов - природных, исторических, архитектурных и религиозных достопримечательностей.

В настоящее время существующая методика кадастровой оценки ресурсов земельного потенциала отработана до автоматизма и проводится на основе нормативно-затратных показателей, величина которых определяется априори с последующим изменением этих показателей через определенный промежуток времени (3-5 лет). Несмотря на то, что новым подходом кадастровой оценки декларируется необходимость учета влияния на стоимость ресурса природной среды, практически эта расчетная операция на практике учитывается не в полной мере.

Исходя из этого, а также принимая во внимание результаты предыдущих исследований, можно сделать вывод о необходимости проведения исследований на предмет совершенствования методики кадастровой оценки земель ООТиО, в частности, земель рекреацион-

ного назначения, с учётом влияния вышеперечисленных природных факторов без которых выполнение объективной кадастровой оценки является практически невозможным.

**Библиографический список:**

1. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 237-ФЗ "О государственной кадастровой оценке";
2. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке. Министерство экономического развития Российской Федерации. Приказ от 12 мая 2017 года № 226;
3. Временная методика государственной кадастровой оценки земель особо охраняемых территорий и объектов, утвержденная 17.02.2004 и согласованная с Минэкономразвития России, МЧС России, МПР России;
4. Об утверждении Методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий и объектов: Приказ Минэкономразвития РФ от 23.06.2005 N 138;
5. О типовых формах отчета об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель промышленности и иного специального назначения и отчета об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель особо охраняемых территорий и объектов. [Электронный ресурс]: Приказ Роснедвижимости от 30.04.2008 N П/0126 // <http://www.consultant.ru/>; (дата обращения: 15.10.2018).
6. Петрова Н.В., Радченко Л.К., Буйдашева С.В. Комплексная оценка земель особо охраняемых территорий с учетом их гидроресурсного потенциала и ее картографическое отображение. Гео-Сибирь, том 7/2014, с.8;
7. Чекулаев В.В., Клейменов А.Н. К вопросу совершенствования методики кадастровой оценки земель рекреационного назначения и лечебно-оздоровительных местностей и курортов с учетом природных факторов. / «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» 12-я Международная Конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Материалы конференции: ТулГУ, Тула, 2016. Т2. 384 с., С. 229-234
8. Шалмина Н.Г. Методические основы комплексной кадастровой оценки земельных ресурсов [Текст] / Г.Г. Шалмина, Н.В. Петрова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. - № 5. – С. 96 – 102;



УДК 528.31/35

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СКАНЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ТОЧЕК МЕСТНОСТИ**

**Егорова Т.А., Борисов Р.Е.**

*Тулльский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Рассмотрен принцип использования математической модели сканерных изображений для определения координат точек местности в зависимости от количества используемых опорных точек*

Под математической моделью изображения понимают связь координат точек изображений и соответственных координат точек местности. В строгой математической модели сканерных изображений используются уравнения коллинеарности, и она может быть применена только в случае, когда элементы внешнего ориентирования сканера известны. Строгие методы обработки космических изображений обеспечивают самую высокую точность определения координат точек местности. Однако они не гарантируют выполнения высокоточной обработки изображений, прошедших предварительную коррекцию, также изображений, представляющих собой часть сцены.

В последнее время для обработки космических изображений вместо строгих моделей, которые не всегда доступны, чаще используется обобщенная модель в виде дробно-рациональных функций с RPC-коэффициентами.

Метод RPC основан на соотношении двух полиномов третьей степени, которые, в отличие от элементов ориентирования, не содержат в явном виде информации о характеристиках использованной съёмочной системы и полученных изображениях. В состав этих дробно-рациональных функций входят так называемые RPC-коэффициенты (Rational Polynomial Coefficients / Rapid Positioning Capability), которые распространяются вместе с космическими изображениями начальных уровней обработки вместо элементов ориентирования сканера.

Метод RPC описывает связь нормированных значений строк и столбцов изображения ( $m$ ,  $cn$ ) с нормированными значениями геодезической широты, долготы и высоты ( $P$ ,  $L$ ,  $H$ ) через набор полиномиальных коэффициентов. Нормированные величины имеют значения в пределах диапазона  $[-1, 1]$ , то есть по своему абсолютному значению не превосходят единицы. Они используются вместо фактических значений для минимизации появления ошибок при расчётах, то есть для повышения надежности вычислений. Переход между исходными значениями строк и столбцов ( $r$ ,  $c$ ) и нормированными значениями строк и столбцов ( $m$ ,  $cn$ ), а также между геодезической широтой, долготой и высотой ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) и нормированной геодезической широтой, долготой, и высотой ( $P$ ,  $L$ ,  $H$ ) осуществляется посредством набора нормализующих сдвигов (смещений) и масштабирования:

$$P = (Latitude - LAT\_OFF) / LAT\_SCALE;$$

$$L = (Longitude - LONG\_OFF) / LONG\_SCALE;$$

$$H = (Height - HEIGHT\_OFF) / HEIGHT\_SCALE;$$

$$m = (Row - LINE\_OFF) / LINE\_SCALE;$$

$$cn = (Column - SAMP\_OFF) / SAMP\_SCALE.$$

Координаты изображения выражаются в пикселях, координаты наземных точек – это широта и долгота в десятичных градусах и высота над эллипсоидом в 19 метрах, координаты отсчитываются относительно общеземного эллипсоида WGS84. Искажения, вызванные оптическим проектированием, могут быть выражены коэффициентами полиномов первого порядка, ошибки, вызванные кривизной Земли, атмосферной рефракцией и дисторсией объектива – коэффициентами полиномов второго порядка. Остальные искажения могут быть описаны коэффициентами полиномов 3 порядка. Таким образом, для обработки космических сканерных изображений необходимо знать 80 коэффициентов четырех полиномов каждого изображения. Численные значения коэффициентов полиномов, зависящие от параметров съёмки и съёмочной системы, предоставляются операторами в составе поставки изображения в файле RPC-коэффициентов.

Аппроксимация математической модели сканерного изображения с использованием RPC-коэффициентов имеет важную особенность: уравнения применимы к разным изображениям разных сенсоров. Однако материалы различных съёмочных систем имеют различные точности аппроксимации математической модели, которая определяет точность их обработки. При использовании исходной модели результирующие погрешности, как правило, будут на порядок превышать разрешение изображений и будут иметь преимущественно систематический характер. Дело в том, что, хотя RPC модели имеют огромную популярность, связанную с простотой их использования, эти модели подвержены систематическим ошибкам внешнего ориентирования. Значения RPC-коэффициентов определяются по имеющимся у операторов геометрическим моделям сенсоров, результатам бортовых (GPS/INS) и телеметрических траекторных измерений, а такая не привязанность к местности влечет появление систематических ошибок модели.

Аппроксимация математической модели сканерных изображений методом RPC-коэффициентов с использованием опорных точек позволяет достичь точных результатов обработки, соизмеримых с разрешающей способностью изображений. При этом погрешности существенно уменьшаются даже при использовании единственной опорной точки.

В работе рассмотрены результаты оценки точности обработки космических изображений с использованием метода рациональных функций в зависимости от количества опорных точек. Результаты выполненного анализа показывают, что при использовании метода RPC средние квадратические ошибки (СКО) планового положения опорных

и контрольных точек, соответствующие размеру пикселя изображения, могут быть достигнуты при наличии 5–6 опорных точек. Поэтому можно сказать, что СКО определения планового положения опорных и контрольных точек по стереопаре космических изображений равны средним значениям погрешностей, полученным из обработки каждого изображения в отдельности, максимальная точность определения планового положения опорных и контрольных точек достигается при 5-ти опорных точках, которая практически не изменяется при увеличении их количества. Желательно, чтобы точки были расположены в разных частях изображения и на различных высотах.

**Библиографический список**

1. Жарова Н. Э., Беленов А. В., Чибуничев А. Г. Автоматическое создание цифровой модели рельефа по материалам «случайной» стереосъемки группировки космических аппаратов типа «Ресурс-П» // *Геодезия и картография*. – 2017. – Т. 78. – № 10. – С.55-62.
2. Мышляев В.А., Потапов С.Л. Априорная оценка точности определения высот точек местности по стереопаре космических снимков // *Геодезия и картография*. – 2015. – №10. – с.34-37.
3. Солюшкин А.В. Сравнение методов построения ЦМР по стереопарам космической съемки высокого пространственного разрешения // *Геодезия и аэрофотосъемка*. – 2015. – №1. – С.43-52.



## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 339.

### **АНАЛИЗ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

**Новак М.А., Мушникова Э.В.**

*Липецкий государственный технический университет, г. Липецк, Россия*

*Внешняя торговля выступает важным фактором развития мирового хозяйства. В статье дана оценка показателей внешней торговли Липецкой области. Обеспечение устойчивого и динамичного развития взаимного внешнеторгового оборота предполагает совместные усилия Липецкой области и заинтересованных стран по углублению сотрудничества*

Экономический рост региона зависит от ряда факторов. Факторы экономического роста – это те явления и процессы, которые определяют возможности увеличения реального объема производства, повышения эффективности и качества роста.

Одними из таких факторов являются факторы предложения (снижение степени монополизации рынков, уменьшение цен на производственные ресурсы, снижение налогов и т.д.) и спроса (рост потребительских, инвестиционных и государственных расходов, расширение экспорта вследствие освоения новых рынков сбыта или повышения конкурентоспособности продукции страны на мировом рынке) [1, с.574].

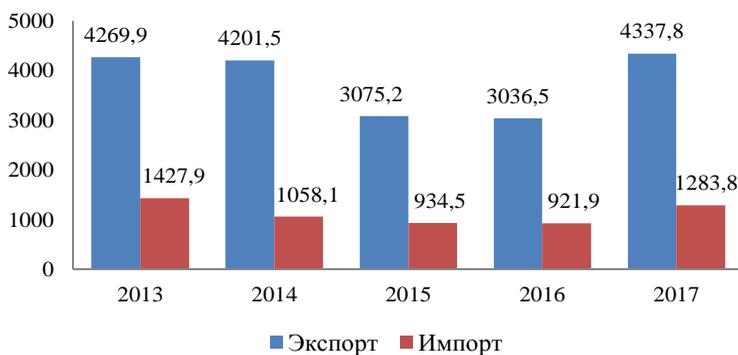
Экспорт является важным фактором экономического роста. По оценкам ВТО, около 76% роста экспорта в мировой экономике в среднем за период с 1990 до начала 2010-ых годов произошло за счет расширения объемов торговли в рамках существующих экспортных потоков и, соответственно, 24% роста экспорта – за счет возникновения торговли новыми товарами. Вместе с тем следует отметить, что соотношение количественных изменений в экспорте, возникающих в связи с расширением существующих экспортных потоков и качественных изменений в экспорте, происходящих из-за увеличения товарного и географического разнообразия, значительно отличается для разных стран и макро регионов и предопределяет разные темпы экономического роста.



Внешнеэкономической деятельности региона отводится особая роль в условиях глобализации и в период мирового экономического кризиса. Очевидно, что при прочих равных условиях наименьшие потери от кризиса понесут регионы, которые имеют широкие внешнеэкономические связи. Это обусловлено их относительно высокой конкурентоспособностью, а также возможностью диверсификации в условиях сокращения рынков сбыта продукции и рецессии мировой экономики [2, с. 125].

Липецкая область относится к немногочисленному списку регионов-доноров в России, то есть не получает финансовой помощи из Федерального фонда финансовой поддержки субъектов РФ.

В 2017 году по объему экспорта область занимала 3 место в ЦФО и 19 место в Российской Федерации. В структуре внешнеторгового оборота на долю экспорта приходится 78%.



*Рис. 1. Общие показатели объемов экспорта и импорта Липецкой области за 2013-2017 гг. (млн. долл. США) [3, с. 1]*

Липецкая область относится к региону с высоким экспортным потенциалом, развитие и расширение которого является одной из задач стратегии внешнеэкономического развития региона. На рисунке 1 отражены общие показатели объемов экспорта и импорта Липецкой области за 2013-2017 гг. Вследствие, ухудшения экономической ситуации в 2015 году началось падение показателей внешнеэкономической деятельности – экспорт снизился на 27%, а импорт – и на 12%. В 2016 году данные показатели продолжили снижаться. Это достаточно нема-

лое ухудшение внешнеэкономических показателей доказывает негативное влияние зарубежных санкций на экономику России.

В 2017 году наблюдается резкое увеличение экспорта по отношению к предыдущему периоду. За минувший год экспортные поставки продукции из Липецкой области составили 4337,7 млн. долл. США, в том числе в страны дальнего зарубежья – 3989,3 млн. долларов, в государства – участники СНГ – 348,5 млн. долларов США. Темпы роста экспорта составили за год 142,9%. По этому показателю регион уступает в ЦФО только Рязанской и Калужской областям.

Основу экспорта составляют черные металлы, доля которых достигает 95%. Основу импорта области традиционно составляет машиностроительная продукция и оборудование – 39%. Значительная доля импорта приходится на продовольственные товары и сырье – 21% (рис. 2).

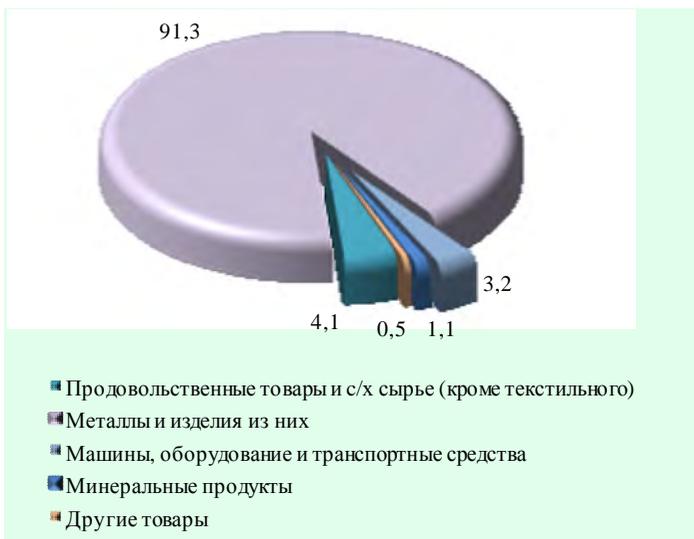


Рис. 2. Товарная структура экспорта Липецкой области в 2017 году (в процентах) [3, с. 8]

Торговые связи поддерживаются с 80 странами ближнего и дальнего зарубежья. Основными торговыми партнерами области в 2017 году были: Турция – 23,7% от общего внешнеторгового оборота (в 2016 году – 26,5%), Мексика – 18,1 (16,1), Бельгия – 16,6 (15,0), Германия – 5,6 (6,9), Дания – 5,6 (5,3), Беларусь – 4,3 (5,4), Китай – 3,4 (3,2), США – 2,9 (2,2), Украина – 2,8 (2,2), Нидерланды – 2,3% (1,3%).



Можно сказать, что общее состояние внешнеэкономической деятельности Липецкой области, несмотря на потрясения, которые начались в России с конца 2014 года, не только изменило тенденции к росту и развитию, но и набирает обороты, о чем свидетельствует внешнеэкономическая ситуация в 2017 году.

За первое полугодие 2018 года на экспорт организациями области было реализовано продукции на сумму 2717,3 млн. долларов США, что более чем на 20% больше того же периода 2017 года.

Основным фактором, обеспечивающим увеличение внешнеторгового оборота области, остается спрос на металлургическую продукцию и изделия из нее, а также продукцию машиностроения, продовольственные товары и сырье для их производства.

Это связано с тем, что крупнейшие экспортеры Липецкой области, такие как ПАО «НЛМК», ОАО «Стагдок», ЗАО «Индезит Интернэшнл», наращивают свое производство. Данные организации нацелены на расширение своих мощностей, развитие технологий, расширение продукции и дальнейшее позиционирование себя как мировых лидеров в своих отраслях.

#### **Библиографический список.**

1. Журавлева Г.П. Экономика: Учебник. — М.: Юристъ, 2002. С. 574.
2. Татаркин А.И., Линецкий А.Ф. Развитие внешнеэкономической деятельности России на основе использования особенностей социально-экономического комплекса региона // Экономика региона. № 1. 2009. С. 125.
3. Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Липецкой области // Статистический бюллетень «Основные показатели внешнеэкономической деятельности организаций Липецкой области в 2018 г». Липецк, 2018. С. 1, 8.



УДК 622.8: 622.012:658.2.016

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ И ОБЪЁМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НА УСЛОВИЯ ТРУДА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА**

**Снеткова Ю.О., Родионов В.А., Магомет Р.Д.**

*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

*Организация рабочего места играет важную роль в формировании и реализации деятельности каждого производства. Рабочее место работника является основным местом пребывания не только относительно ра-*

*бочего времени, но и обыденного, потому что каждый среднестатистический человек проводит зачастую более пятидесяти процентов своего времени на работе.*

Деятельность инженерно-технических работников (далее ИТР) занимает ведущее положение в управлении минерально-сырьевыми и другими комплексами, так как именно они осуществляют организацию, руководство и развитие производства с экономической выгодой не только в личных, но и государственных целях. В основном должностные обязанности ИТР реализуют в замкнутых пространствах. Несомненно, условия труда рабочих мест в помещении обладают достоинствами относительно работ в условиях открытого пространства, но также и недостатками, которые, на наш взгляд, не в малой степени снижают уровень безопасности трудящихся и производства. [1, 2, 3]

С одной стороны, реализация деятельности «внутри» независима от природных воздействий (осадки, низкие или высокие температуры, скорость воздуха) и также, с помощью различных технических мероприятий, возможно регулировать физические факторы условий труда под определённые категории работ (обогрев, кондиционирование, увлажнение и т.д.). Однако такой вид рабочего пространства в современном мире не всегда в полной мере отвечает требованиям и нормам охраны труда, что приводит к росту напряженности с вероятным проявлением ошибок в решении организационных вопросов обеспечения рационального и безопасного функционирования опасных производственных объектов.[2, 4, 5]

Актуальность влияния архитектурных и объёмно-планировочных решений на условия труда диктует явная тенденция возведения многоэтажных офисных зданий с привлекающим внимание панорамным остеклением. Несомненно, положительные эмоции от пребывания и работы в подобных бизнес-центрах гарантированы, но надолго ли?

Во-первых, в полной мере независимо эксплуатировать здание от погодных условий невозможно. Со стандартным остеклением помещения в холодный период организм человека испытывает дискомфорт порой даже и с отоплением, соответственно, с панорамным неприятные ощущения от пребывания в условиях охлаждающего микроклимата усиливаются в два-три раза. Также, негативное влияние на организм возникает и в тёплое время года. Помещение способно нагреваться до уличной температуры с образованием «парникового» эффекта», подвергая попавших под данное явление перегреву. Учитывая неоднозначность уровня тепла в различных климатических зонах в последние годы (высокие температуры возникают в регионах, которым



не свойственна жара выше тридцати градусов), опустить подобный вопрос на незначительность отнюдь неправильно. [3, 4, 5]

Во-вторых, каждое закрытое помещение сооружено и оснащено различными материалами, зачастую одними из самых дешевых. Отношение их к низкой ценовой категории объясняется составляющими веществами: сырьё вторичного производства и химической смеси. Например, отделка стен, проёмов, декоративные материалы для покрытия полов, потолков, мебель, канцелярия, приборы и оборудование производятся и конструируются на основе вредных веществ, которые способны выделяться в процессе эксплуатации весьма длительное время (практически всё время существования) такие, как фенол, хлористый винил или (и) формальдегид. Под влиянием повышенной температуры уровень выделения таких веществ увеличивается, ухудшая состав воздуха рабочей зоны. [1, 4, 5]

Проблемы такого характера не выгодны не только работающему-персоналу, но и работодателю; так как их наличие не обеспечивает гарантий и компенсаций, влияя на качество и продолжительность функционирования организма самим поддавшимся неблагоприятным воздействиям и последующим поколениям; снижают уровень производительности. Таким образом на условия труда, а вследствие и на уровень производительности, есть возможность повлиять ещё на уровне строительства помещений для рабочих мест, что будет выгоднее и проще не только с материальной точки зрения, но с социальной.

#### **Библиографический список**

1. Б.М. Азизов, И.В. Чепегин *Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие* – М.: ИНФА-М, 2015 – 432 стр. – (Высшее образование: Бакалавриат).
2. Ковиов С.В, Ковиов В.П. *Строительная физика и климатология: Учебное пособие.* СПб, 2016 – 199с.
3. Пихконен Л.В., Родионов В.А., Сергиенко А.Н. *Использование методов геомониторинга для предупреждения чрезвычайных ситуаций на объектах предприятий минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).* 2015. № S7. С. 358-365.
4. ГОСТ 30494-2011 *Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях*
5. СанПиН 2.2.4.548-96 *Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений*



УДК 502.58

## **КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ - ВАЖНЫЙ АРГУМЕНТ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО СТИЛЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ПЛАНЕТЫ**

**Бабакулова Н.Б., Суюнов Ш.**

*Ташкентского архитектурно строительного института,  
г.Ташкент, Узбекистан*

*В статье рассмотрены некоторые вопросы, связанные с эволюционным кризисом всего человечества как биологического вида. Обсуждены основные причины, и указывающие на нежелание промышленно развитых государств сократить уровень потребления природных ресурсов, а большинства развивающихся государств - темпы прироста населения.*

*Ключевые слова: экология, эволюция, промышленность, биологическое рахнообразии, энергия солнца, ветра, геотермальная энергия.*

По оценкам многочисленных ученых, в первой половине XXI века может произойти эволюционный кризис всего человечества как биологического вида. Одной из основных его причин является нежелание промышленно развитых государств сократить уровень потребления природных ресурсов, а большинства развивающихся государств - темпы прироста населения.

Современный стиль жизни населения планеты, ведущий к недопустимому уровню расхода природных ресурсов и выброса веществ, загрязняющих окружающую среду, характеризуется главенствующим императивом потребительства, мгновенным устареванием вещей, массовым изготовлением полуфабрикатов, быстродействующих лекарств, значительной частотой смены прихотей и мод на предметы потребления и т.п. Результатом этого является исчерпание в самое ближайшее время запасов особенно невозобновляемых природных ресурсов Земли и многократное превышение предельно допустимой антропогенной нагрузки на биосферу [1].

В настоящее время все очевидней становится тот факт, что деятельность по недопущению грядущего общепланетарного кризиса не может ограничиваться только нормативно-правовыми, организационно-техническими и образовательными мероприятиями. Для этого необходимо, чтобы обеспечение безопасности окружающей среды являлось приоритетной целью и внутренней потребностью человека, общества, цивилизации. Нужно развивать новое мировоззрение, систему идеалов и ценностей, формировать качества личности безопасного типа, создавать общество и государство, и, в конечном итоге, мировое



сообщество безопасного типа. Одним из наиболее эффективным путем достижения этого является формирование соответствующей культуры как основы существования и важнейшего идентификационного признака любой цивилизации.

Объединение понятий «культура» и «безопасность» впервые было выполнено Международным агентством по атомной энергии ещё в 1986 году в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Признано, что отсутствие культуры безопасности явилось одной из основных причин этой аварии. В дальнейшем указанный термин был уточнен в «Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБ-88). В этом документе отмечено, что культура безопасности характеризуется квалификационной и психологической подготовленностью персонала, а ее формирование является одним из фундаментальных принципов управления и подлежит нормативному регулированию в атомной энергетике [2].

В настоящее время сложилось понимание того, что культура безопасности должна быть применима не только к персоналу потенциально опасных объектов, но и к каждому человеку в отдельности, обществу в целом. От ценностных установок людей, мотивов их поведения, личностных и профессиональных качеств и способностей зависит в определяющей степени эффективность мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности, снижению индивидуальных, социальных и глобальных рисков.

17 августа 2009 года в России на «Саяно-Шушенском» ГЭС произошла авария, длина которого более 1 км, высота 250 м, гидростатический вес 22 млн. тонн. Основная причина аварии заключается в том, что в 1985 году в гидросооружении на самом высотном колоне появилась трещина. В последующем с начала до конца платины Енисея появилась огромная трещина. С трещины в секунду выходило 550 литров воды, в результате железобетон платины постепенно утрачивал стойкость. Процесс износа длился 11 лет, и только в 1996 году французские инженеры смогли восстановить целостность платины с помощью полимерных материалов. В этот период некоторые секции сооружения перемещались с места от 97 мм до 107 мм. По закону «Безопасности гидросооружения» свыше 108 мм считалось опасным. Несмотря на опасность продолжали использовать гидросооружения. В результате, второй агрегат платины обрушился на машинный зал и начался пожар. В последствии около 100 человек погибли, экономический ущерб был огромным [2].

Надо отметить, что Средняя Азия является неотъемлемой частью мирового сообщества, поэтому большинство указанных факторов

характерны в какой-то степени и для нее. Тревожным фактором является влияние алюминиевого завода, строительство Рагун и Камбарата ГЭС на территории Таджикистана и Киргизии соответственно, проблема Аралья на территории Узбекистана и др. Кстате, проблема Аральского моря корнями уходит в далекое прошлое. Но угрожающие масштабы приняла в последние десятилетия. Интенсивное строительство оросительных систем по всей территории Центральной Азии наряду с тем, что дало воду многим населенным пунктам и промышленным предприятиям, стало причиной и глобальной катастрофы - гибели Арала. Сегодня - это зона экологического бедствия.

Немаловажной опасностью для республик Средней Азии, сейчас представляет алюминиевый комбинат на территории Таджикистана. Узбекские эксперты провели эколого-экономическую оценку ущерба на районы Сурхандарьинской области, подверженных влиянию выбросов Таджикского алюминиевого комбината (ГУП ТАЛКО). Оценки эколого-экономического ущерба, наносимого отдельным районам Сурхандарьинской области Узбекистана, подверженных трансграничному воздействию выбросов ГУП ТАЛКО, проведены расчеты в соответствии с методическими рекомендациями "Об определении экологического ущерба, устанавливающего единый подход к определению размеров нанесенного ущерба окружающей среде", разработанными научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом Узгидромета, институтом экономики Академии наук Узбекистана и Национальным университетом Узбекистана. "Оценочный расчет экологического ущерба для четырех районов (Денауский, Джаркурганский, Сариасийский и Узунский) Сурхандарьинской области, подверженных влиянию выбросов ГУП ТАЛКО, показывает, что за четыре года (1997, 1999, 2001, 2003) ущерб, нанесённый окружающей среде и здоровью населения составил \$228,3 млн.", - отметил представитель пресслужбы. В 2010 году Экодвижением Узбекистана при содействии органов государственной власти и управления на местах, областных комитетов женщин, ОДМУ "Камолот", отделения фонда "Махалла", местных органов самоуправления граждан и других институтов гражданского общества проведен ряд мероприятий, направленных на дальнейшее привлечение внимания широкой общественности, в том числе международной, к проблеме трансграничного выброса ГУП ТАЛКО и его воздействию на здоровье людей, генофонд флоры и фауны Сурхандарьинской области Узбекистана. В ряде районах и городе Термезе состоялись встречи местных жителей с депутатами Законодательной палаты Олий Мажлиса Республики Узбекистан и активистами Экологического движения Узбекистана, на которых обсуждались негативные



последствия воздействия выбросов ГУП ТАЛКО на окружающую среду и здоровье населения ряда районов. На обращения Экодвижения положительно отреагировали такие авторитетные зарубежные организации, как Боннский офис Европейского центра по охране окружающей среды и здоровья, общественная группа по изучению окружающей среды и здоровья (Япония), Корейская корпорация по окружающей среде, Японский институт исследований окружающей среды и другие. Результатом проведенных мероприятий 2010 года стал сбор более 220 тысяч подписей жителей Сурхандарьинской области под обращением к международным организациям (ЮНЕП, ВОЗ, ЮНЕСКО и др.). Также, в этот период Экодвижением продолжено целенаправленное информирование населения по вопросам взаимосвязи и показателей здоровья. Однако, до сих пор этот вопрос остаётся до конца нерешенным [3].

В то же время строители Рогунской ГЭС заявляют, что в ближайшее время можно запустить первые два агрегата строящейся к востоку от Душанбе Рогунской ГЭС. Об этом сообщают государственных телеканалов, инженеры и строители Рогунской ГЭС, что первые два агрегата энергетического гиганта Таджикистана могут быть запущены под малым давлением воды, т. е. до строительства плотины. Кроме того, было также сообщено, что идет полным ходом подготовка к перекрытию реки Вахш на месте будущей плотины. Продолжаются также работы по подготовке необходимого запаса песка, щебня, железобетонных конструкций.

С возражением строительства Рогунского объекта без учета характера местности выступает со стороны Узбекистана, выражающий опасения прорыва плотины в связи с возможным землетрясением в этом сейсмозоне.

Из приведенных выше примеров следует отметить, что культура безопасности является важным аргументом для современного стиля жизни населения планеты. Следовательно, сегодня важным фактором является осмысления, изучения основных форм, методов и средств развития культуры безопасности всего человечества. При этом очевидно, что учет факторов в процессе обеспечения безопасности жизнедеятельности не может сводиться только к формированию у людей простой совокупности знаний и умений, необходимо также создавать новую систему образования и воспитания в духе рационального взаимодействия с окружающей средой, развивать новое гуманное мировоззрение, позволяющее ориентироваться в самой разнообразной обстановке, анализировать опасные объекты, явления во всех связях и от-

ношениях, оценивать риски, прогнозировать ближайшие и отдаленные последствия реализации опасных ситуаций.

**Библиографический список**

1. Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения / Ю.Л. Воробьев, В.А. Пучков, Р.А. Дурнев; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2006. – 316 с.

2. И.Нигматов, А. Расулев, З. Мирхасилова. О важности экологической культуры и культуры безопасности человечества в современном мире. Материалы научно-практической конференции «Роль и место экологического образования в XXI веке : решения экологических проблем техногенных производств» Ташкент, 2015 с.135-138

3. <http://news.tj/ru/news>.



УДК: 547.99.992

## ДВЕНАДЦАТЬ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛеноЙ ХИМИИ» КАК НОВАЯ КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Аронбаев Д.М., Насимов А.М., Аронбаев С.Д., Васина С.М., Абилкосымова Г.**  
*Самаркандский государственный университет г. Самарканд, Узбекистан*

*В докладе рассматриваются двенадцать принципов «Зеленой химии» в условиях современного развития человеческой цивилизации в свете формирования новой концептуальной системы развития химической науки и химической технологии.*

*Ключевые слова: зеленая химия, двенадцать принципов, концептуальная система, химическая наука, химические технологии.*

*The report examines the twelve principles of "Green Chemistry" in the conditions of the modern development of human civilization in the world of forming a new conceptual system for the development of chemical science and chemical technology.*

*Keywords: green chemistry, twelve principles, conceptual system, chemical science, chemical technologies.*

Спустя почти два века развития этапа современной химии и через сто лет промышленного ее применения, человечество подошло к осознанию двух непреложных истин:

1) без химии (без новых материалов, эффективных лекарств, средств защиты растений и т.д.) современное человечество не может обойтись ;



2) химическое производство в современном виде дальше существовать не должно.

Разрешение этого противоречия, которое породило множество «фобий», в том числе и «хемофобию» обусловило переосмысление химии как практической науки и создание современных принципов ее развития.

Так появилась «зеленая» химия (в английском варианте — «green chemistry»).

На конференциях, посвященных «green chemistry», в своих сообщениях некоторые докладчики в этом сочетании усматривают тенденции к коммерциализации химии: т.е. «зеленая» химия – это, прежде всего, те разработки химиков, которые хорошо экспортируются и лицензируются, т.е. способны приносить валюту стране. Однако, «Зеленая» химия — это не только и не столько раздел химии, а новый способ мышления в химии. Может показаться, что «зеленая» химия и экология — это одно и то же. Напротив, если экологи пытаются обезвредить последствия, создаваемые химией, то задача «зеленой химии»– не допустить эти последствия.

«Зеленая» химия — это новая философия химии, новый язык, помогающий взглянуть на химическую отрасль не только с утилитарных позиций (получение прибыли, от получения высоколиквидной продукции), хотя это тоже важно, но и с гуманитарных.

Парадигма устойчивого развития базируются на простой и очевидной аксиоме: удовлетворение потребностей нынешнего поколения не должно осуществляться за счет ограничения и рисков в возможности удовлетворения потребностей последующих поколений. Во взаимосвязи «зеленой» химии и устойчивого развития четко прослеживается следующий список концептуальных задач, которые предстоит решить человечеству:

- рост народонаселения;
- источники энергии и новые виды топлива;
- пища, включая питьевую воду;
- истощение ресурсов;
- глобальные климатические изменения;
- проблема загрязнения воздуха, воды (мировой океан, моря, озера, реки, подземные источники) и почвы;
- проблема ограничения производства и потребления токсичных и вредных продуктов.

Из этого списка видно, что лишь только проблема регулирования народонаселения остается в стороне от химии, хотя уровень жизни

и здоровье населения, проблемы детства и старости так или иначе связаны с химией.

Впервые проблемы «Зеленой» химии были обозначены П.Т. Анастасом и Дж. С. Уорнером (США, 1998) [1] и прозвучали во многих последующих публикациях как зарубежных, так и отечественных исследователей [2], в том числе и на прошедшей в 2012 году в Самарканде Республиканской конференции с международным участием «Зеленая химия» в интересах устойчивого развития» [3]. Резолюция этой конференции констатировала большую озабоченность ученых и практиков о дальнейшем развитии химической науки и необходимость организации новых системных подходов, чтобы сделать ее безвредной для окружающей среды и человека, являющегося ее видовой популяцией.

Целью настоящего сообщения является конкретизация принципов «зеленой химии» в условиях современного развития человеческой цивилизации в свете формирования новой концептуальной системы развития химической науки и химической технологии.

Рассмотрим их тезисно относительно 12 принципов «зеленой» химии, предложенных П. Анастасом и Дж. Уорнером.

**Принцип 1.** Лучше предотвращать образование выбросов и побочных продуктов, чем заниматься их утилизацией, очисткой или уничтожением. Этот принцип наглядно иллюстрируется многочисленными примерами процессов и производств, особенно органического синтеза, в которых вредные реагенты заменяются на менее токсичные, более эффективные, дающие меньше побочных продуктов, либо такие побочные продукты, которые легче утилизируются.

**Принцип 2.** Стратегия синтеза должна быть выбрана таким образом, чтобы абсолютно все материалы, использовавшиеся в процессе синтеза, в максимальной степени вошли в состав продукта. Этот принцип также принято называть принципом атомной эффективности (Trost B., Sheldon R.) [4-6]. Под ним понимается максимальное использование (в идеале – полное) атомов молекул, вступивших в реакцию в конечном продукте. При этом сокращение числа стадий – также эффективный путь повышения атомной экономии.

**Принцип 3.** По возможности, должны применяться такие синтетические методы, которые используют и производят вещества с максимально низкой токсичностью. Этот принцип убедительно иллюстрирует технология получения кумола, который как самостоятельный продукт не пользуется спросом, но производится в огромных количествах, около 7 млн. т. в год, только для того, чтобы из него получать фенол. Существенным шагом в повышении атомной



эффективности и экологичности этого процесса стала разработка фирмой Mobil цеолитного катализатора для этого процесса, который может использоваться многократно и характеризуется высокой селективностью.

**Принцип 4.** Производимые химические продукты должны выбираться таким образом, чтобы сохранить их функциональную эффективность при снижении токсичности. Этот принцип особенно важен в технологиях получения пестицидов и других средств защиты растений узкоцелевого спектра действия. Для этого необходимо понять механизм защиты данного вида растений, тогда возможен целевой синтез продуктов, содержащих только ту функциональную группу или фрагмент структуры, который нужен для эффективного действия препарата, при этом общая токсичность соединения должна быть существенно снижена.

С точки зрения защиты растений важен не столько процесс, сколько конечный результат, который может быть достигнут и другими путями, например, использованием феромонов и других биологических средств защиты вместо традиционных инсектицидов.

**Принцип 5.** Использование вспомогательных веществ (растворителей, экстрагентов и др.) по возможности должно быть сведено к минимуму. Этот принцип достаточно очевиден, так как растворители и экстрагенты ни одним атомом не входят в состав конечного продукта (атомная эффективность равна нулю), но, в то же время, составляют во многих технологических процессах значительную долю материального баланса, и их использование и переработка требуют больших капиталовложений (экстракционные и дистилляционные колонны, осушка, очистка, рецикл или сжигание). «Черный» список недостатков обычно используемых растворителей непрерывно пополняется новыми позициями в дополнение к уже известным (горючесть, взрывоопасность, токсичность, канцерогенность и др.).

**Принцип 6.** Энергетические расходы должны быть пересмотрены с точки зрения их экономии и воздействия на окружающую среду и минимизированы. По возможности химические процессы должны проводиться при низких температурах и давлениях.

Использование катализаторов, применение микроволнового облучения для нагрева, использование параллельных схем, в которых тепло экзотермической реакции поглощается в параллельно протекающей эндотермической реакции (например, дегидрирование этилбензола в стирол и гидрирование нитробензола выделяющимся в первом процессе водородом), эффективное использование и рекуперация тепла - все эти подходы должны быть реализованы для превращения мно-

гих экологически малопривлекательных процессов в «зеленую» химию. Было показано на широком круге процессов, что использование всех этих инноваций дает возможность снизить энергонапряженность процесса (а цена энергии во многих, особенно крупнотоннажных, производствах даже для сравнительно дешевых продуктов доходит до 20—30%).

**Принцип 7.** Сырье для получения продукта должно быть возобновляемым, а не исчерпаемым, если это экономически целесообразно и технически возможно.

**Принцип 8.** Вспомогательные стадии получения производных (защита функциональных групп, введение блокирующих заместителей, временные модификации физических и химических процессов) должны быть, по возможности, исключены. Так, например, разработка мягких и высокоселективных, в том числе регио-, стерео- и энантиоселективных процессов и катализаторов — прямая дорога к устранению необходимости в таких неэффективных стадиях. Впечатляющим примером использования этого принципа являются недавние достижения ферментативного катализа и применение ионных жидкостей.

**Принцип 9.** Использование для активации процессов СВЧ и низкотемпературную плазму в катализе, осуществляемое в настоящее время по двум направлениям. Первое направление связано с подготовкой, приготовлением или регенерацией катализатора с использованием СВЧ и дальнейшее его применение в традиционных реакторах, где нагрев осуществляется термическими методами — внешний *ex-situ* СВЧ катализ. Второе направление — это воздействие на катализатор и реакционную среду (если она поглощает микроволны) в ходе химической каталитической реакции. Будем называть это СВЧ катализ *in situ*. В первом случае происходит лишь предварительное преобразование свойств катализатора, а во втором — селективное воздействие на те компоненты системы, которые способны поглощать энергию микроволн.

**Принцип 10.** Производимые химические продукты должны выбираться таким образом, чтобы по окончании их функционального использования они не накапливались в окружающей среде, а разрушались до безвредных продуктов.

Принципиально важным является вопрос, не образуются ли новые токсичные и вредные для окружающей среды продукты при использовании различных типов исходных реагентов, будет ли происходить разложение (гидролиз, фото-, биоразложение) побочных газообразных, жидких или твердых отходов, в природе? В этой связи, особенно актуальны биоразлагаемые продукты.



**Принцип 11.** Вещества и их агрегатное состояние в химических процессах, должны выбираться таким образом, чтобы минимизировать вероятность непредвиденных несчастных случаев, включая утечки, взрывы и пожары, т.е. снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций. Особый интерес представляют также процессы, основанные на биокаталитических технологиях, осуществляемые в мягких условиях и с высокой селективностью.

**Принцип 12.** Нужны аналитические методы контроля в реальном режиме времени с целью предотвращения образования вредных веществ. Этот принцип стимулирует развитие методов

он-лайнного мониторинга процессов и всех входящих и исходящих потоков, в том числе выбросов в атмосферу, почву и воду. В последние годы разработано много новых селективных и высоко чувствительных экспресс-методов анализа для этих целей.

Резюмируя вышеизложенное, мы приходим к заключению, что последовательное использование принципов «зеленой» химии способствует снижению затрат на производство, даже по той причине, что не образуются токсичные отходы, которые необходимо утилизировать. Кроме того, сокращение числа стадий процессов получения полезного продукта приводит к экономии энергетических ресурсов, что также положительно сказывается на экономической и экологической оценке производства в целом. И здесь уже целесообразным говорить о «зеленой» экономике.

Таким образом, назрела необходимость появления новой концептуальной системы в развитии химии и к четырем существующим теориям: учении о составе, учении о структуре, учении о процессе и учении об эволюционной химии, присовокупить пятую - концепцию «Зеленой химии».

#### **Библиографический список**

1. Anastas P.T., Warner J.C. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press, New York, 1998. - P.30.
2. Кустов Л.М., Белецкая И.П. «Green Chemistry - новое мышление // Ж. Рос. Хим. Об-ва им. Д.И. Менделеева. 2004. Т.XLVIII, №6.
3. Насимов А.М., Парниев Н.А., Аронбаев Д.М. «Зеленая химия»: новое мышление? // Сб.материалов Респуб. научно-практич. конф. «Зеленая химия в интересах устойчивого развития». Самарканд, 2012. – С.5-7.
4. Sheldon R. *Organic synthesis - Past, present, and future // Chemistry and Industry*.1992. –P. 903-907.
5. Sheldon, R. *The E-factor: Fifteen years on // Green Chemistry*. -2007, No 9. – P.1273-1283.
6. Trost B. *The atom economy - A search for synthetic efficiency // Science*. -1991,Vol. 254. – P. 1471-1477.



УДК 330.131.7:69

## **УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТАХ**

**Тарханова Н.А., Тимошко А.А.,**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры  
г. Макеевка*

*В статье исследуются подходы к определению категорий «риск» и «управление рисками». Рассматриваются вопросы стратегии предупреждения рисков в инвестиционно-строительных проектах. Разработаны принципы управления рисками, а также предложена общая система управления рисками.*

*Ключевые слова: риск, риск-менеджмент, неопределенность, потери, стратегия, управление рисками*

Экономическая деятельность в условиях рыночной экономики находится в постоянной неопределенности, на которую влияет внутренняя и внешняя среда строительного предприятия, в результате чего возникает неуверенность в получении ожидаемого результата, возрастает риск и непредвиденные потери. Формирование системы управления рисками в настоящее время является основополагающим фактором, влияющим на функционирование строительного предприятия. Поэтому разработка и изучение комплексной системы управления рисками, дающая возможность принимать правильные решения, является актуальной проблемой.

Большой вклад в исследование проблемы рисков и управления ими внесли такие ученые, как М.В. Кангро, С.М. Клименко, Г.В. Клейменова, Д.Д. Мухаметзянова, Г.Н. Манеров, В.В. Витлинский, И.А. Бланк, А.М. Опаленко, В.А. Паляница, О.Э. Кузьмин, О.Г. Мельник, О.В. Мукан и др. [1-11]. Однако, несмотря на большое количество публикаций, отдельные аспекты рисков и управления рисками остаются пока не разработанными.

Целью исследования является теоретический анализ понятийного аппарата и определение методических основ формирования системы управления риском для обеспечения эффективности работы строительных предприятий на рынке.

Для того, чтобы перейти к анализу сущности понятия «управление рисками», следует прежде всего определиться относительно сущности базового понятия – «риск» и его особенностей в инвестиционно-строительных проектах.



В экономической литературе существуют разные подходы по поводу сущности риска. Трактовка сущности риска отдельными авторами приведена в таблице 1. Так, в зарубежной литературе одни авторы трактуют риск как фактор времени, считая, что все факторы, влияющие на реализацию риска, связаны с динамикой среды функционирования во времени, другие - рассматривают риск как уровень неопределенности, связанной с инвестициями или реализацией проекта. Большинство современных отечественных экономистов под рисками понимают возможность возникновения потерь, недополучения прибыли, отклонения от намеченных целей.

В этих определениях отражаются лишь отдельные черты риска, не акцентируется внимание на мониторинге риска, принятии управленческих решений. Обобщая разные научные подходы можно констатировать, что риск является экономической категорией, выражающей отношения между субъектами рыночной экономики по поводу опасности (угрозы) возникновения потерь (дохода) в связи с неопределенностью внешней и внутренней среды.

До недавнего времени экономисты рассматривали риск только как негативное явление, являющееся недостатком рыночной экономики. Современная экономическая наука рассматривает риск как объективную экономическую категорию, как процесс выбора новых направлений деятельности и распределения ресурсов. Более того, отсутствие риска, как правило, приносит вред экономике, т.к. подрывает её эффективность и динамичность.

В соответствии с сущностью риска, к его факторам относят лишь те, которые носят случайный характер. Если же факторы, приводящие к потере, заранее известны и носят систематический характер, то их последствия следует учитывать в планах фирмы и не считать их рискованными. Основными чертами риска являются неопределенность, противоречивость и альтернативность.

Анализ экономической литературы и практики, посвященный изучению рисков и управлению ими, свидетельствует о настоятельной необходимости в научно обоснованной классификации рисков для инвестиционно-строительных организаций. Дело в том, что проектные риски очень сложно классифицировать в связи с их многообразием.

Существует несколько подходов, но наиболее подробная и корректная классификация проектных рисков дана М.В. Кангро [1, с.76-97]. Данный автор применяет 19 классификационных признаков, его система рисков формируется в зависимости от объектов приложения инвестиционной деятельности, форм собственности на инвестиционные ресурсы, характера участия в инвестировании, организационных форм, периода

инвестирования, регионального признака, направлений действия, источников финансирования инвестиционных проектов, отношения к проекту, сферы проявления, масштаба проявления рисков, вида потерь, возможности прогнозирования, источника возникновения, степени управляемости, возможности страхования, возможности диверсификации и вида деятельности. Целесообразно данную классификацию дополнить системой рисков в зависимости от функциональных областей и потоков (финансовых, материальных, информационных), что позволит более рационально принимать решения по минимизации рисков.

При рассмотрении риска как неотъемлемой части единого процесса повышения прибыльности и конкурентоспособности возникает настоятельная потребность в управлении этим процессом.

В таблице 2 приведены различные подходы к понятию «управление рисками». Анализ показал, что одни авторы утверждают, что управлять следует лишь рисками внутренней среды функционирования предприятия, другие отождествляют управление рисками с подготовкой и реализацией мероприятий, снижающих возможные потери от наступления потенциальных рисков, третьи идентифицируют управление рисками как оценивание и предотвращение рисков. Подобного рода взгляды на управление рисками являются ограниченными, узконаправленными, поскольку акцентируют внимание лишь на одном из элементов управления, но не отражают вопросы, связанные с организационным обеспечением преодоления кризисов, мониторингом рисков, принятием управленческих решений, в них отсутствуют комплексность и целостность процесса управления рисками.

Теоретический анализ определений понятия «управление рисками» позволяет выделить основные подходы, используемые различными авторами:

- управление рисками как профессиональная деятельность;
- управление рисками как управленческий процесс;
- управление рисками как система отношений в процессе минимизации риска;
- управление рисками как комплекс действий;
- управление рисками как набор инструментария.

Таким образом, управление рисками в инвестиционно-строительном проекте – это сложный многогранный механизм воздействия управляющей системы на управляемую с целью получения желаемого результата.

В настоящее время общепринятые методики по управлению рисками отсутствуют, на предприятиях применяют процедуры риск-менеджмента, полагаясь на собственную интуицию и опыт. Механизм



управления рисками и основной инструментарий, как правило, формируется только на этапе реализации инвестиционно-строительного проекта.

Таблица 1

**Определения понятия «риск»**

| Авторы литературы   | Сущность определения   |
|---|--|
| В.А. Паляница [2]   | Экономический риск – это возможность несения фирмой потерь или получения дополнительной прибыли в процессе осуществления операций по сравнению с установленными заданиями.   |
| Г.В. Клейменова, Я.А. Панкратова [3, с. 152]                          | Риски рассматриваются как характеристика степени неопределенности управленческого процесса, влияющая на его результаты, выражаемые в приросте результативности и эффективности производства.   |
| В.В. Витлинский [4, с. 5]   | Риск – это экономическая категория в деятельности субъектов хозяйствования, связанная с преодолением неопределенности, противоречивости в ситуациях оценивания, управления, неизбежности выбора.   |
| М.В. Кангро [1, с. 77]  | Под риском понимается возможность возникновения таких условий, которые приведут к негативным последствиям для всех или отдельных участников проекта.   |
| М.М. Герасимов, О.А. Оленина, Е.А. Ступникова, П.Е. Цыпин [5, с. 143] | Риск – это вероятность возникновения убытков или недополучения доходов по сравнению с прогнозируемым вариантом. Под риском принято понимать вероятность (угрозу) потери предприятием части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой деятельности. |
| А.И. Пригожин [6, с. 65]  | Риск – это затраты усилий, средств при неопределенности соотношения выигрыша и потерь, шанса на удачу и крах.  |
| Д.А. Савенков, Г.Н. Манеров [7, с. 259]                               | Риск – это вероятность того, что предприятие несет потери или убытки в том случае, когда намеченное мероприятие (управленческое решение) не осуществится, а также если при принятии управленческих решений были допущены ошибки или просчеты.  |

Унификация подходов и разработка единой терминологии значительно повысят эффективность систем управления рисками, что приведет к качественным изменениям в корпоративной культуре риск-менеджмента, приблизит её к международным стандартам, что будет способствовать снижению рисков. Целями риск-менеджмента являются определение рисков, разработка методов снижения уровня рисков и последствий проявления рисков. Управление рисками нельзя рассмат-

ривать отдельно от деятельности предприятия, потому что именно от этого управления зависит успешная реализация инвестиционно-строительного проекта.

**Таблица 2**

**Определения понятия «управление риском»**

| Авторы литературы   | Сущность определения   |
|---|--|
| М.М. Герасимов, О.А. Оленина, Е.А. Ступникова, П.Е. Цыпин [5, с. 155] | Управление риском – это совокупность методов, приемов и мероприятий, позволяющих в определенной степени прогнозировать наступление рискованных событий и принимать меры к исключению или снижению отрицательных последствий наступления таких событий. Управление рисками – совокупность методов анализа и нейтрализации факторов рисков, объединенных в систему планирования, мониторинга и корректирующих воздействий. |
| А.А. Широкая, Ю.А. Гордюнина, П.И. Лапковская [8, с. 148]             | Управление риском – помощь и содействие управленческим структурам в достижении целей компании, требующие дополнительных затрат, которые компенсируются прибылью при условии разумного управления.  |
| В.А. Паляница [2]   | Управление рисками – это совокупность мер экономического организационного и технического характера, которые направлены на установление видов, факторов, источников риска, оценку величины, разработку и реализацию мероприятий по уменьшению его уровня и предупреждению возможных потерь.   |
| О.Е. Соломенко [9, с. 145]  | Управление рисками должно базироваться на управлении рискованной ситуацией с целью обеспечения эффективного функционирования предприятия и адаптации деятельности к изменениям внешней среды одновременно с возможной перестройкой внутренней среды – соответственно новых условий и целей деятельности.   |
| П.Г. Грабовый, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев [10, с. 27]               | В широком понимании управление риском – это искусство и наука об обеспечении условий успешного функционирования производственно-хозяйственных единиц в условиях риска. В узком понимании управление риском представляет собой процесс разработки и внедрения программ уменьшения каких-либо случайно возникающих убытков фирмы.  |

В настоящее время формируется комплексная система управления рисками, которая является составной частью общей системы управления и организации инвестиционно-строительного проекта, меняется подход к управлению рисками, осуществляется перенос акцен-



тов с диагностики и мониторинга риска на прединвестиционную стадию благодаря применению превентивных инструментов.

Новая парадигма риск-менеджмента базируется на формировании процессно-структурного подхода, объединяющего в себе процессный, функциональный, системный, ситуационный и динамичный подходы. Такой комплексный подход к управлению рисками является необходимой предпосылкой эффективного функционирования и развития строительных предприятий.

Управление рисками включает в себя выявление рисков, анализ факторов риска, выбор критериев и методов для оценки вероятности реализации риска, выбор и реализацию методов снижения риска, анализ результатов управления рисками.

Принципы, которыми руководствуются менеджеры при управлении рисками в первую очередь определяются стратегией строительного предприятия, которая зависит от объема потенциальных затрат с одной стороны, и финансовых возможностей фирмы, с другой стороны.

Управление рисками должно быть основано на следующих принципах:

- согласованность системы управления рисками со стратегическими и тактическими целями и задачами работы предприятия;
- разработанность системы управления рисками на основе последовательности и поэтапности;
- учет фактора времени;
- сопоставимость уровня принимаемых рисков с возможными потерями и уровнем доходности в результате проведения той или иной операции;
- минимизация потерь и максимизация доходов путем рационального использования имеющихся ресурсов;
- смягчение напряженности, связанной с непредвиденными рисками за счет создания внутренних резервных фондов;
- страхование рисков с целью частичной компенсации убытков в случае неудачной реализации риска.

Основными звеньями системы управления рисками являются выявление рисков и их классификация, анализ факторов и источников риска, выбор критериев и методов для оценки вероятности реализации риска, построение кривой риска, определение предельно допустимого уровня разных видов риска, анализ риска, выбор и реализация методов снижения риска, мониторинг, анализ и оценка результатов управления рисками.

Процесс управления рисками призван обеспечить соответствующий механизм уменьшения потерь, которые имели место до внедрения системы управления рисками. В настоящее время разработка инновационного механизма риск-менеджмента является неотложной задачей, над которой работают ученые. Конечная цель управления риском заключается в получении максимума прибыли при оптимальном соотношении прибыли и риска.

**Бibliографический список:**

1. Кангро, М.В. Методы оценки инвестиционных проектов [Текст] : учеб. пособие / М.В. Кангро. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 131 с. – ISBN 978-5-9795-0932-7.
2. Паляниця, В.А. Складові стратегії попередження ризиків у господарській діяльності підприємства [Електронний ресурс] / В.А. Паляниця // Ефективна економіка / Дніпровський державний аграрно-економічний університет. - №5. – Дніпро: ТОВ «ДКС-центр», 2010. – Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=214>
3. Клейменова, Г.В. Управление рисками в системе методов и инструментов стратегического менеджмента промышленных предприятий [Текст] / Г.В. Клейменова, Я.А. Панкратова // Экономические науки. – 2010. – Т.65. - №4. – С. 152-155.
4. Вітлінський, В.В. Концептуальні засади ризику у фінансовій діяльності [Текст] / В.В. Вітлінський // Фінанси України. – 2003. - №3. – С. 3-9.
5. Герасимов, М.М. Управление проектами : учеб. пособие [Текст] / М.М. Герасимов, О.А. Оленина, Е.А. Ступникова, П.Е. Цыпин. – М.: МИИТ, 2012. – 178 с.
6. Пригожин, А.И. Игровой подход в управленческом консультировании нововведений [Текст] / А.И. Пригожин // Проектирование и организация нововведений : сборник трудов. – Вып. 17. - М.: ВНИИСП, 1987. – С. 59-68.
7. Савенков, Д.А. Управление рисками – основа экономического развития предприятия [Текст] / Д.А. Савенков, Г.Н. Манеров // Материалы научно-практической конференции «Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие». – Донецк: ДонНТУ, 2017. – С. 258-261.
8. Широкая, А.А. Управление рисками в цепях поставок [Текст] / А.А. Широкая, Ю.А. Гордюнина, П.И. Лапковская // Материалы научно-практической конференции «Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие». – Донецк: ДонНТУ, 2017. – С. 148-150.
9. Соломенко, О.Є. Інформаційне забезпечення управління ризиковою ситуацією на малому підприємстві [Текст] / О.Є. Соломенко, О.А. Виноградов // Актуальні проблеми економіки. – 2010. - №4(106). – С. 144-149.
10. Риски в современном бизнесе [Текст] / П.Г. Грабовый, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев и др. – М. : Издательство «Аланс», 1994. – 200 с.
11. Мухаметзянова, Д.Д. Методы управления рисками инновационных систем [Текст] / Д.Д. Мухаметзянова // Российское предпринимательство. – 2015. - №16(19). – С. 3201-3208.





УДК

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Кочура И. В.,**

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк*

*Произведена идентификация рискованных ситуаций на основе анализа различных форм отчетности угольных предприятий Донбасса и экспертного опроса специалистов. Проанализированы классические методы оценки рисков и определены наиболее приемлемые для угольной промышленности. Разработана нейросетевая модель прогнозирования основных технико-экономических показателей операционной деятельности угольных шахт, которая учитывает внутренние и внешние факторы риска.*

Угольная промышленность всегда была и остается приоритетной отраслью Донбасса, так как ее продукция необходима для бесперебойной работы большинства базовых производств как внутри республики, так и за ее пределами. На сегодняшний день в Донецкой народной республике работает двадцать рентабельных шахт, добывающих 75 % энергетических и 25 % коксующихся углей от общей добычи. В 2017-18 годах введено в эксплуатацию более 15 очистных забоев, что свидетельствует о том, что республика имеет мощный потенциал с перспективой наращивания добычи в 1,5-2 раза [1].

Вместе с тем указанная отрасль характеризуется своей спецификой, связанной с подземным способом добычи угля, и серьезными экономическими проблемами. Особенности угольной промышленности предопределяются сложностью и изменчивостью горно-геологических условий, нестационарностью предмета и места труда, тяжелыми и опасными условиями работы, высокой степенью износа оборудования, высокой себестоимостью угля и др. Что касается влияния внешней среды, то это отсутствие полноценной финансово-кредитной системы, инвестиций, потеря рынков сбыта вследствие экономической блокады со стороны Украины и низкая востребованность угля на внутренних рынках, отсутствие полноценного железнодорожного сообщения между республикой и другими странами, дефицит оборотных средств и т.д. Все это указывает, что отрасль имеет высокий уровень риска, по сравнению с другими отраслями экономики и большую часть управленческих решений на угольных предприятиях с подземной добычей угля приходится принимать в условиях неопределенности. Поэтому на таком неблагоприятном фоне отрицательных

факторов важнейшую роль приобретает моделирование технико-экономических показателей деятельности угольных предприятий с учетом влияния факторов хозяйственного риска.

Для определения влияния факторов хозяйственного риска проведена их идентификация на основе анализа различных форм отчетности угольных предприятий ДНР (анализа горно-геологических условий, количества случаев простоев и потерь добычи по различным причинам, причин перерасхода себестоимости, анализа качественного и количественного состава работников, финансового анализа и анализа динамики основных результатов операционной деятельности предприятий), а также экспертного опроса специалистов.

В результате были идентифицированы рисковые ситуации, которые были оценены по возможности их возникновения и по весомости. Выявлена причинно-следственная связь влияния факторов хозяйственного риска на основные технико-экономические показатели угольных предприятий [2].

Проанализированы классические методы оценки рисков: статистический метод, метод экспертных оценок, метод аналогий, имитационное моделирование, анализ целесообразности затрат, дерево решений, игровые модели. Определены наиболее приемлемые для угольной промышленности. Это статистический и экспертный методы, имитационное моделирование, анализ целесообразности затрат. Обобщенная таблица достоинств и недостатков методов оценки хозяйственных рисков для угольных предприятий приведена в табл. 1.

Использование этих методов позволяет оценить риск в целом, но не позволяет комплексно оценить причинно-следственные связи между факторами хозяйственного риска и результатами операционной деятельности угольных шахт, проанализировать конкретные факторы риска, которые повлияли на изменение основных показателей угольного предприятия, а также определить эффективные методы воздействия на риск.

Сложность схемы причинно-следственной связи и затруднения в определении вида связи между факторами риска и результатами хозяйственной деятельности предприятия, а также недостатки классических методов и моделей количественной оценки риска (отсутствие или слабый анализ рисков), с помощью которых невозможно комплексно оценить и спрогнозировать хозяйственные риски, обусловили целесообразность применения метода нейросетевого моделирования.

Во-первых, этот метод позволяет воспроизводить сложные зависимости, во-вторых, в отличие от других существующих методов используется тогда, когда неизвестен точный вид связи между вход-



ными переменными и выходными параметрами, в-третьих, позволяет моделировать зависимости в случае большого количества переменных и анализировать их.

Таблица 1.

## Методы оценки хозяйственных рисков на угольных предприятиях

| Метод                          | Достоинства  | Недостатки   |
|--------------------------------|--|--|
| Статистический                 | Простота математических расчетов. Позволяет оценить риск угольного предприятия в целом, проанализировав динамику основных результатов деятельности за определенный период времени. | Необходимость большого количества наблюдений. Не позволяет проанализировать причины возникновения риска, выявить все рискованные ситуации, потому что не всякий риск поддается количественно-му измерению. |
| Экспертных оценок              | Возможность анализа рисков при отсутствии или ограниченности информации в условиях неопределенности на основе опыта и интуиции специалистов.                                       | Незначительная точность оценки. Субъективный характер, обусловленный личностными суждениями экспертов  |
| Имитационное моделирование     | Высокая точность результатов. Возможность быстрого реагирования на непредусмотренные изменения   | Сложность проведения. Необходимость специального программного обеспечения и отсутствие анализа факторов риска.   |
| Теория статистических решений  | Возможность определения оптимальной или наиболее вероятной стратегии деятельности угольного предприятия, используя прогнозные результаты его деятельности.                         | Существует ориентация на оптимизацию результатов. Практически отсутствует анализ факторов хозяйственного риска   |
| Анализ целесообразности затрат | Универсальный. Зная статью затрат с максимальным риском, можно найти пути его снижения.  | Процесс деления затрат трудоемкий. В связи с убыточностью большинства угольных шахт нецелесообразно разделение на зоны риска, в основе которого лежит прибыль. Отсутствие анализа факторов риска.          |

Разработана нейросетевая модель прогнозирования основных технико-экономических показателей операционной деятельности угольных шахт. В качестве факторов хозяйственного риска в модели учтены следующие: уровень газообильности; уровень влияния горно-геологических условий (без уровня газообильности); уровень материально-технического снабжения и обеспеченность фронтом горных работ; уровень укомплектованности штата работниками основных профессий, уровень квалификации персонала; нарушения правил техники безопасности, технологий и другие ошибочные действия персонала; уровень надежности технической базы производства; уровень резервирования оплаты и средств производства; уровень изменения цен на сырье и материалы. В качестве основных результатов операционной деятельности угольных предприятий - уровень выполнения плана добычи; уровень выполнения выручки от реализации добытого угля; себестоимость одной тонны добычи угля. Результаты наблюдений северены на репрезентативность. Для реализации модели использовалась сеть прямого распространения информации с алгоритмом обратного распространения ошибок (error back propagation), предложенная Руммельхартом и Хинтоном [3] и возможности математического пакета MATLAB. С целью минимизации ошибки прогнозирования функцией активации определена функция гиперболического тангенса. Модель была апробирована на шахтах Донецкой народной республики. Средняя ошибка прогноза составила 15 %. Это достаточно удовлетворительно для практики с учетом того, что выходные данные являются по своей природе стохастическими. Полученные результаты позволяют утверждать, что использование такой модели способствует качественному планированию на угольной шахте.

Таким образом, модель позволит прогнозировать основные технико-экономические результаты операционной деятельности угольных предприятий. Основное отличие предложенной модели от существующих - это возможность глубокого анализа источников хозяйственного риска. Это снизит уровень неопределенности исходной информации при принятии управленческих решений в части развития угледобывающих предприятий, а также повысит уровень планирования и стабильности операционной деятельности угольных предприятий.

#### ***Библиографический список***

1. Экономика Донецкой Народной Республики: состояние, проблемы, пути решения: научный доклад / коллектив авторов ГУ «Институт экономических исследований»; под науч. ред. А.В. Половяна, Р.Н. Лепы; ГУ «Институт экономических исследований». — Донецк, 2018. — Ч.1. — 124 с.

2. Мартьякова Е.В. Хозяйственные риски: оценка и прогнозирование: Монография/ Е.В.Мартьякова, И.В.Кочура. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ». –2008. – 220 с.



3. Rumelhart D.E. Learning Internal Representations by error propagation / D.E. Rumelhart, G.E. Hinton, R.J. Williams // In parallel distributed processing: explorations in the microstructure of cognition. D.E. Rumelhart, J.L. McClelland (eds). – Cambridge: MIT Press, 1986. – Vol.1. – Chapt.8. – P.318-364.



УДК 625.7:621.317

## **ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Юшков В.С.,**

*Московский педагогический государственный университет - Анапский филиал,  
Россия*

**Овчинников И.Г.,**

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Россия*

**Пугин К.Г.**

*Пермский государственный аграрно-технологический университет имени  
академика Д.Н. Прянишникова, Россия*

*Проведен анализ основных причин дорожно – транспортных происшествий в России и зарубежом. Представлен способ снижения аварийности на автомобильных дорогах, за счет установки искусственной неровности в виде виброполосы.*

Современный рост парка транспортных средств требует увеличения внимания к проблеме снижения аварийности на автомобильных дорогах. За последние пять лет использование личного транспорта в нашей стране стало не роскошью, а средством передвижения. Важным стратегическим направлением в решении данной проблемы является разработка, модернизация и применение технических средств, способствующих снижению дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Следует отметить, что участниками дорожного движения являются не только водители, управляющие транспортным средством, но и пассажиры, а также пешеходы [1].

Основными причинами, по которым происходят ДТП, являются технологические, организационные и связанные с человеческим фактором. Также особо следует отметить, что ДТП может случиться по вине уставшего водителя или из-за нарушения им правил дорожного движения, в регионах с холодным климатом из-за обледенения дорож-

ного покрытия, неисправности тормозной системы автомобиля и других факторов.

В связи с принимаемыми мерами, динамика снижения аварийности со смертельным исходом на автомобильных дорогах России положительная (табл. 1) [2].

**Таблица 1**

**Динамика смертности на автомобильных дорогах России**

| Год  | Количество погибших в ДТП (чел.) |
|------|----------------------------------|
| 2012 | 27 991                           |
| 2013 | 27 025                           |
| 2014 | 26 963                           |
| 2015 | 23 144                           |
| 2016 | 20 308                           |
| 2017 | 19 088                           |

Проведенным анализом аварийности на автомобильных дорогах Европейских и Западных стран, выявлено, что наиболее безопасными являются Германия и США. Так Германия является лидером безопасности дорожного движения в Европейском союзе, при этом, это единственная страна с неограниченными скоростями движения на автобанах, кроме того обладающая в высокой степени развитой сетью высокоскоростных дорог. Также в Германии одним из действующих способов борьбы с нарушителями правил дорожного движения является применение не только штрафов, как в России, но и предусмотрена балльная система наказаний. Набрав всего восемь баллов – водитель теряет право управления транспортным средством [3, 4].

По данным экспертов, одной из причин аварий в США, а это 60 % со смертельным исходом, происходят по вине водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения, а их возраст в основном находится в пределах от 16 до 24 лет. Второй по распространенности причиной ДТП является обмен смс - сообщениями по мобильному телефону во время управления транспортным средством. Осуществлять переписку при управлении транспортным средством, не оборудованным системой «хендс фри» запрещено на всей территории США. Например, в Вашингтоне прямо на специальных экранах, которые установлены на оживленных трассах, водителям напоминают, что смс – переписка за рулем является прямым нарушением закона [5, 6].

Поскольку задач по обустройству дорог, путепроводов, наружного их освещения, оборудованию техническими средствами регулирования движения транспорта, гораздо больше, чем объемы финанси-



рования необходимо реализация комплексной программы совершенствования и развития дорожной сети.

Одним из способов снижения аварийности на автомобильных дорогах является установка искусственной неровности в виде виброполосы. Устройство данных полос может осуществляться методом фрезерования на уже эксплуатируемых автомобильных дорогах рис. 1. Также можно выделить следующие способы: прессованные, формованные и приподнятые. Однако создание прессованных и формованных полос осуществляется только в горячий асфальтобетон, т.е. при строительстве автомобильной дороги. Создание приподнятых полос приводит к их разрушению в зимний период времени из-за снегоуборочной техники [8].



*Рисунок 1 – Фрезерованная виброполоса*

Данные полосы предотвращают выезд транспортного средства на полосу встречного движения или с обочины автомобильной дороги в случае потери внимания водителем [9].

Рекомендуемые места нанесения виброполосы изображены рис. 2.

В связи с тем, что Россия имеет множество климатических поясов с преобладанием в большей части регионов с холодным климатом, то рекомендуется выделять данную полосу краской или использовать цветной асфальтобетон [7].

Таким образом, анализ существующей аварийности на автомобильных дорогах России и зарубежом позволяет сделать вывод, что основной виной является невнимательность, неаккуратность и наглость водителей и пешеходов, которые совершают маневры не убедившись в безопасности дорожного движения [10].

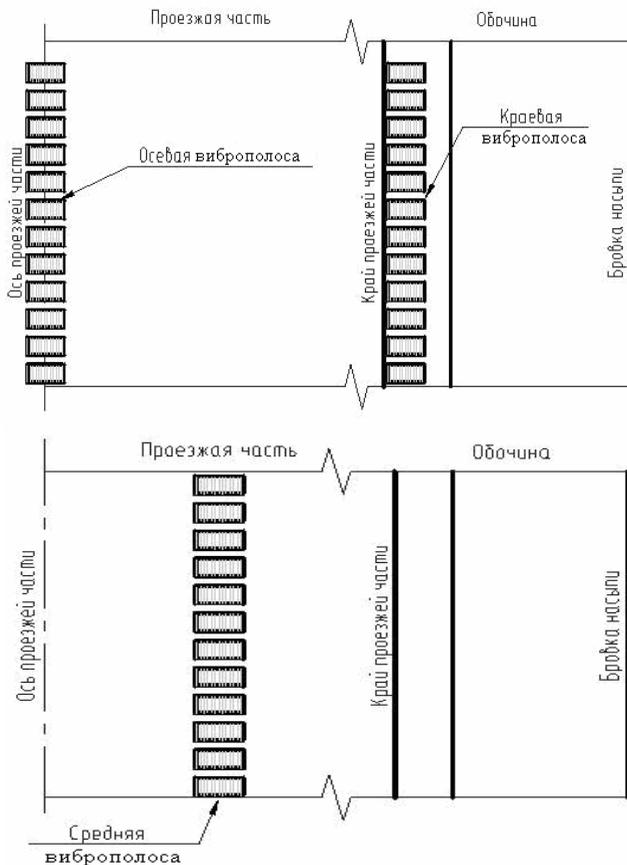


Рисунок 2 – Места нанесения виброполос

Библиографический список

1. Глобальный план осуществления Десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011-2020 гг. Издание Всемирной организации здравоохранения.
2. Скутнев В.М. Уровень аварийности на автомобильных дорогах и эффективность мер по обеспечению безопасности движения // Вектор науки ТГУ. № 1 (19), 2012. С. 79-81.
3. Guít L., Moussu L. Les enrobés coulés a froid discontinus, une solution innovante pour le traitement des zones accidentogènes II Revue Generale des Routes. - 1999. – № 774.
4. Huebner R.S., Anderson D.A., Warner J.S. Proposed design guidelines for reducing hydroplaning on new and rehabilitated pavements: Res. Results Dig. Nat. Coop. Highway Res. Program // Transp. Res. Boazol. – 1999. – № 243.



5. Tomasch, E., Sinz, W., Gobald, M., Steffan, H., Nadler, B., Nadler, F., Strnad, B., Schneider, F.: *Required length of guardrails before hazards*. – in: *Accident analysis & prevention* 43 (2011), pp. 2112–2120.

6. Torbic, D. J. et al., (2009). *NCHRP report 641: Guidance for the design and application of shoulder and centerline rumble strips*. TRB National Research Council, Washington D.C. 2009.

7. Пугин К.Г., Юшков В.С. Отходы металлургических предприятий для создания цветного асфальтобетона // *Экология и промышленность России* № 5. 2017. С. 4-7.

8. Юшков В.С., Овчинников И.Г., Пугин К.Г. Значение искусственных неровностей для обеспечения безопасности движения автомобильного транспорта // *Интернет-журнал «Транспортные сооружения»*, 2018 №1, <https://t-s.today/PDF/07SAT5118.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/07SAT5118.

9. Юшков В.С., Овчинников И.Г. Обоснование геометрических параметров виброполосы устанавливаемой на автомобильных дорогах // *Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ»* Том 9, №5 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/33TVN517.pdf> (доступ свободный).

10. Юшков В.С., Овчинников И.Г., Пугин К.Г. Инновационное техническое средство повышения безопасности дорожного движения в виде искусственной неровности // *Молодые ученые - развитие Национальной технологической инициативы (ПОИСК)*. 2018. № 1 (1). С. 336-340.



УДК 004

## РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ЭЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

**Костин С.В.**

*Академия ФСО России*

**Мишин Д. С.**

*Орловский юридический институт МВД России имени В.В. Лукьянова,  
г. Орел, Россия*

*В предлагаемой статье рассматриваются превентивные меры, эффективно обеспечивающие безопасность объектов телекоммуникаций, раскрывается суть радиолокационного метода обнаружения нарушителей (источников воздействия на ОТ), виды радиолокации. Кроме того, в работе обосновывается необходимость и возможность применения радиолокационных станций в составе комплексной системы безопасности объектов телекоммуникаций.*

*Ключевые слова: объект телекоммуникаций, радиолокационная станция, комплексная система безопасности*

В настоящее время комплексные системы безопасности объектов телекоммуникаций (ОТ) представляют собой сложные системы,

эффективно обеспечивающие безопасность ОТ, за счет применения превентивных мер. Такими мерами могут быть: контроль функционирования ОТ и противодействие целенаправленному воздействию на функционирование ОТ. Контроль функционирования ОТ может быть организован с помощью систем автоматизации и диспетчеризации. Данные системы позволяют производить сбор информации (данных) о работе всех систем ОТ, а так же о всех командах и их выполнении дежурной службой. Полученный массив данных обрабатывается и принимается решение о работоспособности, как отдельных элементов ОТ, так и всего ОТ. Что касается противодействия целенаправленному воздействию на функционирование ОТ – то здесь необходимо уделить особое внимание. Функционирование комплексной системы безопасности (КСБ) сталкивается с разными подходами с точки зрения местоположения источника воздействующего на ОТ. КСБ в рамках этих подходов решает две задачи:

- противодействие целенаправленному воздействию на функционирование ОТ объектами, находящимися на ОТ или в непосредственной близости от него;

- противодействие целенаправленному воздействию на функционирование ОТ и его безопасность на значительном расстоянии от ОТ или на ОТ, имеющем неогороженную территорию или территорию большой площади.

Первая задача решается применением систем видеонаблюдения и аудиоаналитики. Видеонаблюдение широко применяется при охране ОТ, но, как и аудиоаналитика, не позволяет использовать оборудование на значительном расстоянии от ОТ или при расположении его в труднодоступной местности, в местности со сложным рельефом. Возможны варианты с применением статических воздушных объектов (воздушных шаров, зондов, дронов и т.д.), однако это демаскирует ОТ или экономически нецелесообразно, кроме того имеется большое количество мобильных ОТ, изменяющих свое местоположение по несколько раз в сутки.

Вторая задача решается системами, позволяющими контролировать большие территории, причем учитывающих еще и множество факторов: рельеф местности, наличие и тип ограждения, растительность, удаленность дорог, линий электропередачи и т.д. Средствами данных систем могут быть радиолокационные средства обнаружения, которые позволяют:

1. Организовать в секторе обзора радиолокационных станций (РЛС) виртуальные границы, где имеется сложность возведения ограждений (болотистая местность, участки акватории) или нет необходи-



мости возводить сложные по исполнению системные ограждения. Важным является так же и то, что применение РЛС оправдано на объектах транспортной инфраструктуры: территории аэропортов, железнодорожные узлы; транспортные развязки; акватории речных и морских портов, плотин и гидроэлектростанций, а так же объектов топливноэнергетического комплекса.

2. Обнаруживать приближение нарушителя (появление источника воздействия на ОТ) и слежения за его перемещениями в реальном времени. Это может в значительной степени, уже на ранних этапах, облегчить выполнение задач:

- по предупреждению проникновения нарушителя (источника) на охраняемую территорию;
- оперативного наведения группы задержания на нарушителя (источник);
- целеуказания для средств объективного контроля (видеокамер и тепловизоров);
- выявление источников воздействия на ранних стадиях их влияния на функционирование ОТ.

3. Отображать радиолокационную информацию на фоне схемы местности, цифровой карты или топографического плана местности. При этом устройство отображения (монитор) РЛС может индцировать:

- сетку полярных координат с началом в точке установки РЛС;
- отображение радиолокационной карты;
- отметки от целей, привязанные к карте местности, направленные локации (луч биссектрисы сектора обзора);
- номер цели с ее координатами и характеристиками (одиночная, групповая, транспортное средство) и параметрами движения (характеристики и параметры цели высвечиваются по команде оператора);
- текущее состояние (обнаружение, захват, сопровождение, сброс);
- отображение зон, границы зоны видимости, зоны невидимости;
- отображение мнемоник обнаруженных целей;
- отображение траекторий движения обнаруженных целей [1, 2].

На первый взгляд может показаться, что радиолокационные системы дорогостоящие и неэкономичны, кроме того еще неэффективны и небезопасны. Однако это не так.

В основе радиолокационного метода обнаружения лежит использование радиоволн определенной частоты. РЛС находится в цен-

тре охраняемого ОТ, излучает их, либо в заданном направлении, либо циркуляционно на 360 градусов. Отражаемые от движущегося транспортно-го средства радиоволны, возвращаются на станцию и анализируются. Импульсный радиолокатор, работающий в Ku диапазоне, является основным аналоговым устройством для анализа радиоволн. Анализ осуществляется на основе эффекта Доплера — когда волны, отражённые движущимся объектом, порождают большие искажения, чем от неподвижного. Использование импульсного радиолокатора возможно в сочетании с системами видеонаблюдения, в то числе с применением беспроводных систем передачи [3].

Параметры электромагнитного излучения находятся в диапазоне 25-35 мВт. Это достаточно низкий показатель и соответствует излучению сотового телефона во время звонка. Однако, даже эту интенсивность излучения возможно существенно снизить, так как РЛС могут функционировать в двух режимах — непрерывного и импульсного излучения. Во втором случае, интенсивность излучения будет снижена соответственно с режимом подачи импульса.

Радиолокационные устройства обнаружения имеют определенные преимущества перед извещателями на основе сейсмических, емкостных и инфракрасных систем. Эффективность подкреплена наличием высокой достоверности срабатывания. Сканируя нарушителя, система учитывает не только его наличие в зоне отчуждения и размеры, но и траекторию, и динамику передвижения. Кроме того, объекты охраны, оборудованные традиционными извещателями периметральной охраны, как правило, не имеют на линии контроля дополнительных средств подтверждения или проверки (видео или фотокамер).

Одним из источников воздействия на ОТ является беспилотный летающий аппарат (БПЛА). Современный уровень его технического развития и возможность дистанционно управления, а так же доступность, привели к возникновению еще и целого ряда угроз с воздуха для ОТ. БПЛА потенциально (в некоторых случаях - реально) может стать носителем стрелкового вооружения, распылителей отравляющих веществ, источников электромагнитных помех, систем перехвата управления ОТ и т.п. Поэтому применение радиолокационных комплексов в составе КСБ ОТ становится всё более актуальным.

И, наконец, несмотря на изначальную высокую цену комплексов РЛС, их использование экономически целесообразно, ввиду довольно низкой удельной стоимости контроля погонного или квадратного километра линии периметра или всей территории ОТ.

РЛС в составе КСБ на ОТ должна быть наделена следующими эксплуатационными характеристиками:



1. Обнаружение посторонних объектов на подступах к охраняемому периметру ОТ и автоматическая его идентификация по той или иной категории — дрон, птица, воздушный шар, листва или мусор поднятый ветром...

2. Формирование предупреждающего сигнала оператору при попытке несанкционированного проникновения на территорию ОТ, автоматический вывод синхронизированного изображения от ближайшей видео- или тепловизионной камеры, что позволяет оперативно принимать решение о дальнейших действиях.

3. Возможность круглосуточной работы устройств РЛС в широком диапазоне температур, влажности и при любых погодных условиях.

4. Устойчивая работа РЛС в условиях воздействия помехам не только природного характера (животное, ветки деревьев и т.п.), но и техногенного происхождения (электромагнитного излучения).

В результате анализа радиолокационных систем стало ясно, что в РЛС применяются различные виды радиолокации, которые влияют на структуру их построения.

*Активная радиолокация* предполагает, что в точке О обнаруживается объект, не являющийся источником радиосигналов. Зондирующий сигнал в такой РЛС генерируется передатчиком, с выхода антенны сигнал облучает цель в процессе обзора пространства. Приемник усиливает и преобразует принятый от цели отраженный сигнал, затем выдает его на выходное устройство (ВУ). В свою очередь ВУ выполняет задачу обнаружения и измерения координат обнаруженного объекта.

При *активной радиолокации с активным ответом* реализуется принцип запрос – ответ, при этом обнаруживается объект, который оснащен устройством ответа. Передатчик устройства формирования запроса вырабатывает сигнал запроса, антенна в процессе обзора пространства облучает объект, оснащенный устройством ответа. Последний принимает сигнал запроса и посылает ответный сигнал на устройство формирования запроса. Приняв и обнаружив сигнал, последнее устройство с помощью ВУ находит координаты объекта, оснащенного устройством ответа. В большинстве таких систем производится кодированные запроса и ответа для повышения помехоустойчивости линии передачи информации. Кроме того, во время посылки запроса и ответа на него может передаваться дополнительная информация. Так как обнаруженный объект активный, т.е. в его составе имеется передатчик, то дальность действия РЛС увеличивается по сравнению с дальностью действия РЛС первого вида. Однако структура такой РЛС усложняет-

ся, в некоторых источниках такие РЛС называют РЛС с вторичной радиолокацией.

РЛС с *пассивной радиолокацией* решает задачу обнаружения активного объекта, излучающего радиоволны. При использовании данного вида радиолокации возможны два варианта. Первый вариант - обнаружение цели с передатчиком, излучение которого регистрируется пассивной РЛС. Второй вариант – РЛС принимает естественное излучение пассивного объекта в радио- или инфракрасном диапазоне волн. Эти волны возникают при температуре объекта выше абсолютного нуля, а так же при температурном контрасте с окружающими объектами. Пассивная радиолокация характеризуется простотой и высокой защищенностью от помех.

По структурному построению и размещения частей аппаратуры в пространстве различают однопозиционные, двухпозиционные (бистатические) и многопозиционные РЛС. Последние два типа РЛС отличаются тем, что их аппаратура разнесена в пространстве. Они могут функционировать как самостоятельно, так и совместно - разнесенная радиолокация. Большая информативность и помехозащищенность обеспечивается за счет пространственного разнесения элементов в таких системах, однако при этом система РЛС усложняется.

*Однопозиционные* радиолокационные системы (ОПРЛС) – это РЛС, у которой вся аппаратура располагается на одной позиции. В них реализуется активный или пассивный вид радиолокации, а устройство управления обзором (управления антенной) служит для просмотра пространства (обычно кругового) лучом антенны, узким в горизонтальной плоскости и широким в вертикальной. Как правило, в ОПРЛС используется импульсный режим излучения. Антенна попеременно подключается в момент окончания очередного зондирующего радиоимпульса от передатчика к приемнику и используется для приема до начала генерации следующего зондирующего радиоимпульса.

*Бистатические* радиолокационные системы (БиРЛС) представляют собой РЛС, в которых передающая и приемная части расположены в различных точках пространства. Такие БиРЛС основаны на применении активного вида радиолокации. Какие РЛС включить в состав КСБ ОТ определяет необходимость, исходя из множества факторов: территории и рельефа ОТ, сложности построения КСБ ОТ, уровня обеспечения безопасности ОТ, а так же возможного финансирования.

Анализ имеющихся на российском рынке РЛС показал, что РЛС позволяют обеспечить выдачу сигналов оператору по факту обнаружения цели внутри предварительно установленных тревожных зон. В таких системах реализована возможность привязки графического плана



объекта к радиолокационной карте. Применение РЛС в составе комплексной системы безопасности ОТ позволит решить существующие проблемы защиты неогороженных ОТ, улучшить качество обеспечения их безопасности. Установка ограждения не всегда возможна, требует значительных временных и денежных затрат. Охранные РЛС устанавливаются за короткое время, сборка не требует больших трудовых затрат, цена устройств в несколько раз ниже стоимости построения ограждений периметров. Введение РЛС в состав КСБ ОТ позволит повысить уровень безопасности ОТ различного назначения.

#### **Библиографический список**

1. Техника охраны периметра. Научно-технический журнал. Май 2018 № 1 (4). ООО «Инфо-Технологии» Почтовый адрес: 440026 г. Пенза, 2018 г.
2. Оборудование для Охраны Периметров. Б.С. Введенский. "Мир Безопасности", Москва, 2002 г.
3. Оборудование для охраны периметров на выставке IFSEC. Б.С. Введенский. Журнал "Системы безопасности" №5, Издательство «Гротек», 2008 г.
4. Рекомендации по использованию технических средств обнаружения, основанных на различных физических принципах, для охраны огражденных территорий и открытых площадок (код: К.5.И.02.2012, шифр: «Территория»). Министерство внутренних дел Российской Федерации. Главное управление вневедомственной охраны. ФКУ НИЦ «Охрана». Москва 2012.
5. Радиолокационный мониторинг. М.Г. Ерошенков МОСКВА – М.: МАКС Пресс, 2004. – 452 с.
6. <https://warways.ru/tehnologii/radiolokacionnaya-stanciya.html>.
7. [http://mil.mipt.ru/students/f\\_2gsnog/f\\_2m1fpb/f\\_4rgtfm/f\\_4rgtyh-arph8iq2vov](http://mil.mipt.ru/students/f_2gsnog/f_2m1fpb/f_4rgtfm/f_4rgtyh-arph8iq2vov).



УДК 316.4.051.2

## **ЙОЗЕФ ШУМПЕТЕР – ПРОРИЦАТЕЛЬ СУДЕБ МИРА**

**Волков А.В.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Изложены главные вехи жизненного пути и ключевые заключения великого экономиста и «исторического социолога» Йозефа Алоиза Шумпетера, приведена оценка его вклада в развитие экономической теории и смежных дисциплин, выполнено сопоставление заключений Шумпетера с идеями русских мыслителей.*

Популярным, но вполне адекватным целям и задачам прикладных исследований изложением сути базовых экономических теорий и основных этапов жизни их создателей является книга американского

экономиста и историка науки Роберта Хайлбронера «*The Lives, Times And Ideas Of The Great Economic Thinker*», известная во всём мире.

В предисловии к её седьмому изданию, опубликованному на русском языке под названием «Философы от мира сего», автор пишет: «В течение долгого времени я размышлял над тем, не вредит ли моей книге отсутствие сквозной темы, нельзя ли связать отдельные главы более убедительным образом... Наконец, несколько лет назад я утвердился во мнении, что таким связующим звеном должна стать смена концепций, или «видений», лежавших в основе анализа великими умами прошлого функционирования нашего общества. В середине XX века похожая идея занимала воображение Йозефа Шумпетера – одного из самых изобретательных «философов» от мира сего» [1].

Почему же автор в качестве главного своего интеллектуального оппонента указывает именно Йозефа Шумпетера? Возможно потому, что в разгар американской Великой депрессии конца 1920-х – начала 1930-х годов Роберт Хайлбронер слушал лекции великого экономиста в Гарвардском университете. В свою очередь, в итоговом труде «*History Of Economic Analysis*» Шумпетер уделяет внимание идеям своего учителя – австрийского экономиста Эйгена фон Бём-Баверка.

«Эта книга, – пишет Хайлбронер, – посвящена горстке людей, слава которых – странного рода. С точки зрения школьных учебников истории, они были никем. Часть из них достигла определённой известности, но никто не стал национальным героем. Некоторые подвергались открытым нападкам, но ни один не считался врагом государства. И, всё же, то, чем они занимались, зачастую оказывалось важнее для истории, чем деяния гревшихся в лучах славы государственных деятелей..., приносило больше благ и несчастий, чем королевские указы и законы. Дело – в том, что владеющий умами людей обладает властью большей, чем её способен дать меч или скипетр. Именно поэтому наши герои определяли очертания мира и управляли им. <...> Объединяли их не личные свойства, не схожие характеры, не предубеждения и даже не идеи. Общим знаменателем было... любопытство. Всех их завораживал окружающий мир, его сложность и мнимая беспорядочность. <Они> ...искренне верили, что, на первый взгляд, не имеющие ничего общего лоскутки <реальности> можно сшить в целое одеяло, что на достаточном расстоянии своевольное бурление мира похоже на последовательное продвижение вперёд, а суматоха и суета – на гармонию».

Изложению основных жизненных вех и оценке творческого наследия своего учителя Хайлбронер посвятил девятую главу книги «Противоречия Йозефа Шумпетера». Как замечает автор, главным противником Шумпетера на интеллектуальном фронте был не лорд Кейнс, а



Маркс; Шумпетер изучал его в студенческие годы. И, несмотря на то, что Марксу отданы все возможные почести, последнее слово, возможно, осталось за Шумпетером.

Американская Великая депрессия «стала испытательным полигоном для идей Шумпетера. <...> В своём монументальном двухтомном труде «Циклы деловой активности», увидевшем свет в 1939 году, Шумпетер в основном опирался на две версии произошедшего. Отчасти, он относил свирепость депрессии на счёт того факта, что существует три типа циклов – короткие, более длинные, продолжительностью от семи до одиннадцати лет, и, наконец, тянущиеся около полувека базовые циклы, связанные с <появлением> эпохальных изобретений, вроде парового двигателя или автомобиля. А к началу 1930-х годов экономика находилась в нижней точке сразу трёх циклов. Второй причиной невзгод считалось негативное влияние внешних факторов, таких как революция в России и некомпетентная политика правительства. Их присутствие было невозможно объяснить с точки зрения деловых циклов, но от этого их значение не уменьшалось» [1, с. 385]. Подобное истолкование кризиса никак нельзя назвать неразумным, замечает Роберт Хайлбронер.

Как указывал Й.А. Шумпетер в финале книги, «если его идея о трёх типах циклов верна, ближайшие десятилетия должны быть гораздо более успешными, чем последние двадцать лет. <...> Но вряд ли стоит ожидать, что социологическая ситуация изменится к лучшему». Мы полагаем, что это – очень важное заключение: многие базовые предпосылки для дальнейшего развития мирового сообщества имеются, но мотивация и характер поведения человека, то есть пресловутый человеческий фактор, могут принципиально изменить желаемый ход событий.

Возможно, именно в этом Хайлбронер усматривает главное противоречие в заключениях Йозефа Шумпетера. «Пришло время коснуться присущих Шумпетеру противоречий, – пишет автор. – Даже если капитализм успешен с экономической точки зрения, о социологической его составляющей такого сказать нельзя. <...> Именно капиталистический образ мыслей, капиталистическая ментальность, в конечном счёте, и ведут, <по мысли Шумпетера,> к обрушению системы: “Капитализм порождает нормы интеллектуальной критики, которые, после ликвидации морального авторитета большинства институтов общества, обращаются, в конечном счёте, против него самого. Буржуа неожиданно замечает, что рационалистическая установка не заканчивается на титулах королей и пап, а с такой же силой атакует частную собственность и всю систему буржуазных ценностей”» [1, с. 389].

Несмотря на веру в потенциально присущую капитализму жизнеспособность, долгосрочный период его развития Шумпетер оценивал негативно. «Он утверждал, что в краткосрочном периоде капитализм действительно будет лишь подниматься и уточнял, что “здесь и век считается краткосрочным периодом. <...> Может ли капитализм выжить? Нет, не думаю» [1, с. 374-375].

Несмотря на то, что многие исследователи в интеллектуальном состязании Шумпетера и Маркса последнее слово оставляют за Йозефом Шумпетером, его «прогноз нельзя оценить однозначно: при ближайшем рассмотрении он оказывается не без недостатков».

«Да, предложенный им сценарий развития мира очень поучителен, – поясняет свою позицию Роберт Хайлбронер. – Однако он, по сути своей, не является прогнозом экономическим. <...> Его предсказания касаются не столько экономики, сколько общества в целом. Он размышляет о том, в каком направлении могут подуть ветры культурных перемен. <...> Стоит ли считать рассуждения Шумпетера экономикой? Если руководствоваться традиционными определениями, ни в коем случае. Подобный анализ, скорее уж, можно отнести к исторической социологии. Шумпетер использует свою экономическую модель для всеобъемлющего видения общества. Само слово «видение»... принадлежит Шумпетеру. Именно это понятие лежит в основе масштабного исследования истории экономических учений, работу над которым прервала его смерть» («*History Of Economic Analysis*») [1, с. 392-397].

Таким образом, Роберт Хайлбронер утверждает, что в теоретических построениях Шумпетера присутствуют противоречия (и этот тезис даже вынесен в заглавие раздела), что его прогнозы, по сути, не являются собственно экономическими, а, скорее, принадлежат предметной области исторической социологии, но в итоге формулирует ключевой вопрос: «Что же, выходит, что экономика – это анализ того, что мы желаем видеть, не в силах отказать себе в этой прихоти, а вовсе не объективное изучение мира, существующего вне нашей воли и воображения?» [1, с. 398].

«Интересно, что, несмотря на мольбы студентов и коллег, Шумпетер никогда не читал лекций о собственных теориях. Один учёный предположил, что, в конечном счёте, причиной тому было ощущение несовершенности собственных формулировок. Мы не знаем, желал ли он стать великим провидцем, но он стал таковым в любом случае, – завершает свой рассказ Хайлбронер. – Каждый заинтересованный в экономике человек обязан познакомиться с ним – аналитиком или прорицателем, и не только из-за произошедших благодаря ему несомненных прорывов в нашей дисциплине. Двигая экономику вперёд, Шумпетер



наглядно продемонстрировал, насколько ограничены её возможности» [1, с. 399].

«Если мы желаем, – пишет в завершении всей книги Роберт Хайлбронер, – чтобы философия от мира сего в XXI веке держала планку, поставленную ею же в XIX и XX веках, она должна стать более глубокой и расширить круг собственных интересов, особенно по сравнению с её сегодняшним, откровенно печальным состоянием». Сегодня, как и сто лет назад, «капиталистическому миру следует смотреть в ближайшее будущее с той же опаской – но, пожалуй, с меньшим отчаянием, – что и бедным... странам» [1, с. 411-413].

За последние столетия проблемам и перспективам «общества рисков» в различных отраслях знания посвящено необозримое количество публикаций, как фундаментальных, так и публицистических. В данной публикации отметим работу Д.И. Менделеева «К познанию России» и статью Ф.И. Тютчева «Россия и революция».

Безусловно, труд Менделеева был опубликован именно «сто лет назад», а не сегодня. Тем не менее, в отличие от американского экономиста Р. Хайлбронера, великий химик смотрел в будущее с большей долей оптимизма. В частности, по оценке Д.И. Менделеева, за прошедшие столетия «блага в человеческой жизни не убавились, и прибыли и бедствия, подобные голодовкам, сплошному мору и крупным истощительным войнам, не увеличились, а явно уменьшились... Поэтому всякому реалисту очевидно, что мы живём в такую эпоху, когда для увеличения населения и среднего народного блага не видно никаких естественных преград, так как земной поверхности ещё много пустоует, а расселение далеко от равномерности. В добыче же пищи и всяких средств к жизни виден явный прогресс. Так что, данная площадь земли ныне даёт или может давать, несомненно, гораздо более, чем давала за сто лет сему назад, впереди же и подавно, *если* реальные знания, промышленность, торговля, пути сообщения, стремление к миролюбию и т.п. не будут ослабевать» [2, с. 220-221].

Принципиально иную позицию занимал Фёдор Иванович Тютчев. Анализируя ситуацию, сложившуюся в Европе во второй половине XIX века, автор писал: «...для уяснения сущности огромного потрясения, охватившего ныне Европу, вот что следовало бы себе сказать. Уже давно в Европе существуют только две действительные силы – Революция и Россия. <...> Факт такого противостояния всем сейчас бросается в глаза, однако отсутствие ума в нашем веке, отупевшем от рассудочных силлогизмов, таково, что нынешнее поколение... весьма далеко от понимания его истинного характера и подлинных причин. До сих пор объяснения ему искали в области сугубо политических идей; пы-

тались определить различия в принципах чисто человеческого порядка. Нет, конечно, распря, разделяющая Революцию и Россию..., связана с более глубокими причинами, которые можно обобщить в двух словах. <...> Антихристианский дух есть душа Революции, её сущностное, отличительное свойство. Её последовательно обновляемые формы и лозунги, даже насилия и преступления – всё это частности и случайные подробности» [3].

И, как бы, заглядывая в наше недалёкое будущее – первые десятилетия XXI века, оценивая перспективы взаимодействия России и Евросоюза в условиях резкого изменения геополитического ландшафта, а также перспективы устойчивости самого Евросоюза, Ф.И. Тютчев резюмирует: «Повсюду анархия, нигде нет власти... Отныне для всякого здравомыслящего человека вопрос германского единства является уже решенным. Нужно обладать свойственным немецким идеологам особым непониманием, чтобы всерьез задаваться вопросом, имеет ли собрание журналистов, адвокатов и профессоров, собравшихся во Франкфурте и присвоивших себе миссию возобновления времен Карла Великого, какие-то весомые шансы на успех в предпринятом деле... Но если правда, что Россия в нынешних обстоятельствах менее, чем когда-либо имеет, право обескураживать питаемые к ней симпатии, то будет справедливым признать, с другой стороны, существование исторического закона, провиденциально управлявшего до сих пор её судьбами: именно самые заклятые враги России с наибольшим успехом способствовали развитию её величия» (рисунок) [3].



*Компьютерная прорисовка кадров официальной трансляции церемонии закрытия летней олимпиады 2012 года (Лондон)*

На последних двадцати минутах более чем трехчасовой трансляции заявлены очевидные символы предстоящих событий: огненный Феникс, обращённый на Запад; система завершённых пирамид (с уста-



новленным вершинным фрагментом); фрактал; факельное шествие; распятие и «сакральная жертва», правда, предназначенная не богам Верхнего мира, а пламенеющим демонам Нижнего мира. Ныне этот ряд символов истолковывается вполне определённо, в том числе, как «чёрная метка», адресованная англо-саксонским Западом России уже в начале 2010-х годов.

«У России... достанет веры в решительную минуту. Она не утратит величия своих судеб, не отступит перед своим призванием. <...> Запад уходит со сцены, все рушится и гибнет во всеобщем мировом пожаре: ...католицизм и протестантизм, уже давно утраченная вера и доведенный до бессмыслия разум, невозможный отныне порядок и невозможная отныне свобода. А над всеми этими развалинами, ею же нагроможденными, цивилизация, убивающая себя собственными руками» [3].

Таким образом, уже во второй половине XIX столетия Ф.И. Тютчев, как и свойственно русскому поэту – эмоционально и, безусловно, в эсхатологическом ключе, предрекал современному ему миру катастрофу, которая, видимо, нашла своё выражение в Первой и Второй мировых войнах, так называемом национально-освободительном движении африканских народов и целом спектре иных драматических процессов и событий. По сути, эти события могут быть оценены как предвестники (с позиции сейсмологии) или репетиции грядущего «конца истории». Поэтому в заключении укажем, что термины «катастрофа» и «теория катастроф» предложены французским математиком Рене Фредериком Томом во второй половине XX века. Катастрофой он называл качественное изменение параметров объекта при плавном количественном изменении значений факторов, которые на него влияют. Современная теория катастроф рассматривает особые критические точки – репетиции, то есть точки, где равны нулю и первая производная модели исходного процесса, и производные более высоких порядков. Динамику развития таких точек – зависимость от одного или нескольких аргументов при разных значениях параметров – анализируют при помощи разложений моделей процессов в ряды. Моделями служат описывающие ход процесса уравнения. Если множество точек роста образует не просто случайный ряд, но являет собой закономерно организованную область, эти точки интерпретируют как организующие центры для особых геометрических структур – траекторий, направляющих систему к качественным изменениям, в том числе, к катастрофе.

#### **Библиографический список**

1. Р.Л. Хайлбронер. *Философы от мира сего/ Пер. с англ. И. Файбисовича.* – М.: Изд-во КоЛибри, 2008. – 432 с.

2. Д.И. Менделеев. *К познанию России*. – М.: Айрис-пресс, 2002.

3. Ф.И. Тютчев. *Россия и революция*. URL: <http://feb-web.ru/feb/tyutchev/texts/pss06/tu3/tu3-144-.htm> (дата обращения: 17.08. 2013).



УДК 316.4.051.2

## **ЭНДОГЕННЫЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ДЕЛОВЫХ ЦИКЛОВ КАК ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ «ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ РЕАЛЬНОСТИ»**

**Волков А.В.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Изложен выполненный Й.А. Шумпетером обзор преимущественно монетарных (эндогенных) теорий формирования деловых циклов и кризисов; рассмотрены основания и принципы анализа циклических процессов, «которые уже не являются денежными», в том числе экзогенные теории циклов, заметный вклад в развитие которых внесли русские учёные. Выделен основополагающий вклад в формирование современного аппарата изучения циклов К. Жюгляра. Рассмотрено заключение Шумпетера о наличии в XX веке общей методологической основы исследования любых социально-экономических циклов и изложены её ключевые идеи. Отмечена попытка Й.А. Шумпетера разработать «фундаментальную теорию капиталистической реальности».*

Учёный экономист, в отличие от людей пишущих на экономическую тему, во-первых, должен знать историю экономики, во-вторых, статистику и, в-третьих, теорию. Эта максима предваряет главу «Деньги, кредит и циклы» третьей части фундаментального труда американского экономиста, первого председателя Эконометрического общества Йозефа Шумпетера (1883 – 1950) «История экономического анализа» [1]. В этой главе автором анализируются преимущественно денежные теории формирования деловых циклов и кризисов социально-экономического развития.

По заключению Й.А. Шумпетера, история экономики отмечена «растущей склонностью экономистов к признанию и использованию монетарной концепции капитала». Значимые – в современном смысле – результаты были достигнуты в сфере изучения проблем процента и экономических циклов. Тем не менее, «немногочисленные попытки интерпретации процента как чисто денежного явления не увенчались



успехом». Ряд других факторов, в том числе кредитная политика банков (а, по сути, мотивация и характер поведения игроков финансового рынка, о чём рассуждает Пол Кругман [2]), оцениваются специалистами в ходе анализа рынков столь же высоко, и позволяют строить и совершенствовать монетарные теории процента, среди которых наибольшее внимание Шумпетра привлекла теория Кейнса.

Особое внимание Й.А. Шумпетер уделяет идеям Клемана Жюгльера (1819 –1905), который в 1848 году бросил медицину ради занятий экономической наукой. «Он не имел формального экономического образования, мало знал о формальной теории и ещё меньше беспокоился по этому поводу. Это был тот тип гения, который идет только по пути, намеченному самим собой, и никогда не следует какому-либо другому. В такой области, как экономическая наука, так поступают многие. Но в таком случае они по большей части изрекают нелепости. О появлении гения можно говорить в том случае, когда человек совершенно самостоятельно высказывает истину, которая остается таковой навсегда. Из многих публикаций Жюгльера необходимо упомянуть лишь одну, принципиально важную – «*Les Crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre et aux Etats Unis*», впервые опубликованную в виде книги в 1862 году» [1].

Как замечает Шумпетер, яркий феномен кризисов и не столь яркий, но ещё более неприятный, феномен депрессий на протяжении веков привлекали внимание экономистов. Некоторые из них не ограничивались исследованием депрессий. Например, «такие ученые, как Тук и лорд Оверстон, в полной мере осознавали тот факт, что кризисы и перепроизводство были лишь эпизодами или фазами более крупного процесса. Многие другие демонстрировали хотя бы интуитивное понимание этого факта. Тем не менее, в течение... <долгого> периода понятие “цикл” определенно вытеснило в умах экономистов понятие “кризис”, и была подготовлена почва для развития современного анализа циклов деловой активности, хотя практически все исследователи в данной области продолжали пользоваться старым термином... Вот почему наиболее значительное произведение <Жюгльера> рассматривается здесь, хотя оно и было опубликовано в 1862 году. Его автор –врач по образованию, но по таланту и степени владения научным методом его следует причислить к величайшим экономистам всех времён. Эта высокая оценка основывается на трех фактах. Начнём с того, что он впервые систематически и с осознанной целью анализа конкретного явления использовал временные ряды (главным образом цен, процентных ставок и резервов центрального банка). Так как это является основным методом современного анализа деловых циклов, Жюгльера можно

назвать его основателем. Во-вторых, открыв цикл продолжительностью примерно в десять лет, который наиболее очевидно прослеживался по его материалам, <исследователь> открыл и “материк”, а окружающие последний острова уже были открыты ранее несколькими авторами. Он приступил к разработке его морфологии в терминах фаз (подъём, взрыв, разорение)... То же самое можно сказать и о “периодичности”. Именно морфологию “периодического” процесса он имел в виду, когда гордо заявил о своем открытии “закона кризисов” без какой-либо заранее разработанной теории или гипотезы. В-третьих, он попробовал объяснить обнаруженные явления. Замечательной особенностью его изложения является почти идеальное соединение фактов и теории. Многие из его утверждений о факторах, приводящих к спаду <экономики>..., сами по себе не слишком ценны. Но важен его диагноз природы депрессии с афористической силой выраженный в знаменитой фразе: “Единственной причиной депрессии является процветание”. Это означает, что депрессии являются не чем иным, как адаптацией экономической системы к ситуациям, создаваемым предшествующими периодами процветания, и, следовательно, основная проблема анализа циклов сводится к вопросу о причинах процветания, на который, однако, Жюгляр не смог дать удовлетворительного ответа».

Клеман Жюгляр, видимо, понимал, что 9-10-летний цикл не был единственным типом колебательных движений, которые можно было установить на основе изучения фактического материала, добавляет Й.А. Шумпетер. «Естественно, позднее исследователи открыли и другие колебания. Следует упомянуть хотя бы имена Н.Д. Кондратьева (1922) и Джозефа Китчина (1923)... Заслуга Жюгляра едва ли уменьшается этими достижениями. На самом деле они только укрепляют его положение в истории экономического анализа».

Поначалу экономисты не торопились идти по пути, указанному Жюгляром. «Однако позднее большинство из них... приняли его общий подход, причем настолько активно, что сегодня работа Жюгляра читается как весьма примитивный пересказ старой истории».

Таким образом, к первой трети XX столетия был разработан метод (по крайней мере, фундаментальная основа метода), «с которым... согласилось большинство исследователей экономического цикла и который используется в большей части сегодняшних исследований. Однако область согласия между исследователями была еще более обширной. К концу периода перечисления различными экономистами особенностей или симптомов, характеризующих фазы цикла, были весьма схожими. Кроме того, к концу периода большинство исследователей пришли к общему выводу..., что фундаментальным фактом в области



циклических колебаний были характерные колебания производства капитальных благ. О чем это говорит? Казалось бы, мы обнаруживаем значительную общность, призванную обеспечить приложение усилий в сходных направлениях и привести к весьма похожим результатам. Тем не менее, обзор этой литературы открывает совсем другое. Мы видим, наоборот, одни лишь разногласия и антагонизмы, которые заходили столь далеко, что способствовали дискредитации науки и даже граничили с нелепостью. Однако противоречие здесь лишь кажущееся. Согласие по поводу особенностей цикла, даже если оно было полным, не означает согласия относительно их взаимосвязей друг с другом. Именно интерпретация этих взаимосвязей, а не сам их перечень, индивидуализирует аналитические схемы “теории” экономического цикла. <...> Чтобы не быть неправильно понятыми, мы должны подчеркнуть, что основная особенность циклических колебаний, какой бы она ни была, не обязательно должна содержать в себе “причину” существования этих колебаний. Эта причина может находиться где-то ещё, например в сфере потребления. Несмотря на все вышесказанное, тот факт, что согласие было глубже, чем это кажется на первый взгляд, ...остается истинным и важным».

Таким образом, по оценке Й.А. Шумпетера, в XX веке большинство исследователей феномена циклов деловой активности «отталкивались от общей основы». «Оно было значительным, – уточняет экономист, – но не полным. Проиллюстрируем сказанное примером. Каждый должен признать, что цены характерным образом изменяются в ходе цикла. Но эти изменения нельзя назвать абсолютно регулярными: имеются случаи подъёма, не сопровождающегося ростом цен. Это создает возможность для разницы мнений относительно того, следует ли включать этот признак в число “нормальных”».

Далее автор «Истории...» разбирает несколько примеров теорий циклов деловой активности, названными им ответвлениями от общего ствола, которым служит концепция Клемана Жюгляра.

Ныне, то обстоятельство, что сравнительно большая амплитуда изменений в строительных отраслях экономики по сравнению с потребительскими – одна из наиболее очевидных «общих характеристик промышленных колебаний» (индикаторов умножения кризисных эффектов; подобная аргументация представлена в “*The return of depression economics and the crisis of 2008*”), «едва ли может скрыться от того, кто научился рассматривать цикл как единое целое... Тем не менее, для полного осознания значения этого факта потребовалось значительное время. В грубом приближении мы можем связать это достижение... с работой Туган-Барановского».

Впрочем, Шумпетер замечает, что «наиболее выдающийся русский экономист того периода» Михаил Иванович Туган-Барановский (1865 – 1919) должен быть упомянут и в других контекстах. Особенно интересен методологический аспект его творчества. Туган-Барановский провёл немало прикладных исторических исследований высокого качества. Но он проявил себя и как теоретик. Более того, он соединил эти два начала (или создал качественно новый их сплав) способом, заимствованным у Маркса. В результате его теоретические исследования стали «критическим синтезом», но широкой известности не получили.

Итак, что же, по мнению Й. Шумпетера, сближает наиболее удачные теории деловых циклов, предложенные до первой трети XX века?

1. Несмотря на то, что «чисто денежные теории» относят главные причины циклических колебаний к финансовой сфере, влияние подобных факторов на отрасли, производящие капитальные блага, играет в теориях важную роль.

2. Все авторы теорий деловых циклов важную роль отводят пусковым механизмам кризисных явлений. Однако они расходятся во мнениях относительно их – механизмов – природы, и это индивидуализирует предлагаемые построения. Так, некоторые исследователи особое внимание обращают «на деятельность промоутеров или, в более общем смысле, на попадание в поле зрения предпринимателей новых технологических или коммерческих возможностей».

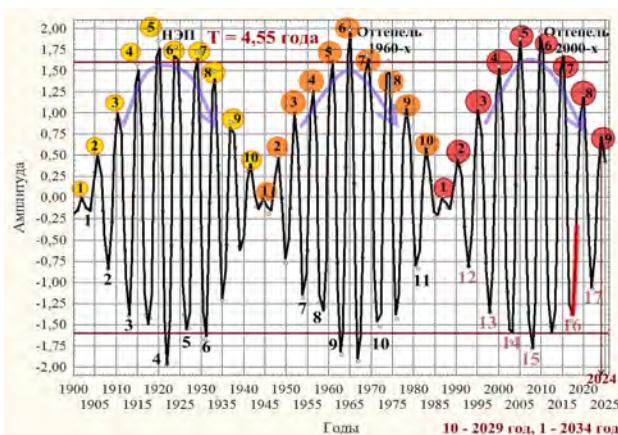
3. Каков бы ни был импульс к первоначальному процветанию, теории циклов учитывают тот факт, что «производственные здания и оборудование, создание которых стимулируется этим импульсом, появляются и начинают функционировать лишь через определенное время, в течение которого ничто не препятствует действию этого импульса. Следовательно, когда позднее дополнительный поток продуктов пойдёт на рынок, может произойти общее перепроизводство и падение цен, превращающее ожидаемые прибыли в реальные убытки. Если мы в достаточной степени доверяем этому объяснению, мы получаем “лаговую теорию” цикла».

4. Многие теории связывают природу экономических депрессий с «неадекватностью денежных доходов в целом, точнее, их неспособностью расти пропорционально росту реального или потенциального производства потребительских благ, или со сберегательным поведением людей, или, наконец, с неадекватностью доходов одних классов и сберегательным поведением других». Иначе говоря, расширение производства обычно сопровождается долгосрочной тенденцией к снижению цен – экономической дефляцией. Это обстоятельство называют «пороком ценовой системы» капиталистического общества.



Несокрушимой жизнеспособностью эти теории обязаны тому обстоятельству, что неизменно нравятся публике, а вовсе не каким-либо улучшениям аналитического аппарата. Тем не менее, указывает Шумпетер, «не следует отрицать, с одной стороны, что в работе механизма сбережений и инвестиций есть масса неполадок, но, с другой стороны, что сбережения в условиях депрессии, уже начавшейся по иным причинам, могут заметно ухудшить положение дел».

5. Ряд экономистов, но в большей степени К. Маркс, связывали и связывают деловые циклы с процессом производства и функционирования дополнительных производственных мощностей. Правда, Маркс не систематизировал свои идеи по данному предмету исследований, но фундаментальную идею выразил чётко: усиление кризисов – предвестник качественного изменения системы индустриального производства, возможно, предвестник её крушения. Поэтому все элементы капиталистической реальности прямо или косвенно связывались в его понимании с циклическими явлениями.



**Временной ход делового цикла в промышленно развитых странах: цифры внизу – кризисы и спады развития; десять циклов с  $T = 4,55$  лет составляют единый блок; блоки разделяют финалы глобальных изменений; начиная с середины 2000-х годов, роль управляемой экономики снижается**

Именно поэтому, полагает Шумпетер, «для Маркса было важным принять как допущение, а при возможности и доказать, что кризисы должны со временем усиливаться. <...> Большинство других исследователей циклов данного периода либо не высказывались по дан-

ному вопросу..., либо склонялись к противоположной позиции. Важно понимать, что противоположная точка зрения может подразумевать два различных аспекта: во-первых, что амплитуда фундаментальных колебаний должна уменьшаться и, во-вторых, что люди научатся справляться с внешними циклическими проявлениями – спекуляцией, обманом, крахами банков, сокращением расходов вследствие безработицы. Поэтому наблюдаемая амплитуда <кризисов> будет расти медленнее, но при этом глубинный процесс <приближение индустриальной системы к качественному изменению> останется тем же».

Наше видение данной, действительно важной проблемы, отражает следующий рисунок.

Согласно результатам расчётов, в XX веке амплитуда деловых циклов не меняется монотонно – либо возрастает, либо уменьшается, а закономерно изменяется, модулируемая более длинными ритмами, в том числе волнами Н. Кондратьева. И упование на то, что люди когда-либо научатся эффективно справляться с внешними циклическими проявлениями, видимо, имеет под собой немного оснований. Напротив, по мере деградации культуры (по меньшей мере, с начала 1960-х годов), эффективность управления экономикой снижается. Деловые циклы действительно регулярно испытывают «экономическую машину» на прочность. И в этом случае действует принцип наработки на отказ: определённое число деловых циклов ведёт к неслучайным качественным изменениям глобальной и региональных социально-экономических систем, причём изменениям, свершающимся очень быстро и драматично для человека. Возможно, именно таким способом современное «общество риска» пытается отводить накапливающуюся энтропию, то есть нарастание неупорядоченности в структуре и воспроизводстве свойств системы. В результате этого общество и сохраняется исторически долгое время, хотя, именовать этот процесс обеспечения самосохранения собственно «развитием» у нас также нет оснований. И, к сожалению, ход данного процесса включает фазы глобальных потрясений (например, мировых войн), к одной из которых, как мы понимаем, мировое сообщество неуклонно приближается. По нашей оценке, речь идёт об эпохе приблизительно с 2029 года по 2035 годы. По завершении фазы общество вновь окажется вовлечено в позитивные – для человека – процессы, но какие именно, сказать сложно.

«Несмотря на то что, невозможно рассмотреть все остальные идеи о природе и причинах экономических колебаний, – завершает своё изложение Й.А. Шумпетер, – необходимо, всё же, отметить, что большинство из них были выведены из поверхностных наблюдений, неизменно нравились экономистам, сделавшими центральной частью сво-



его анализа экономическую статику. <...> Они не понимали, насколько многочисленны и важны явления, выходящие за пределы этой логической схемы, и предпочитали полагать, что имеют объяснение для всего, что существенно и “нормально”. С позиций данного типа анализа естественно либо поместить причины наблюдаемых деформаций за пределами экономической системы, либо объяснить их тем фактом, что экономическая “машина”, как и любая другая, никогда не работает идеально».

Факторы, воздействующие на экономическую систему извне, называют внешними, или экзогенными, а теории, учитывающие подобные факторы, – экзогенными теориями (в отличие от ранее рассмотренных эндогенных теорий). «Однако следует помнить, – предупреждает Шумпетер, – что эта концепция не имеет столь определенного смысла, как может показаться на первый взгляд. С одной стороны, её содержание будет варьировать в зависимости от того, что мы включаем в экономическую систему: все авторы исключают из неё неконтролируемые природные события, но не все исключают политику. С другой стороны, даже если мы исключим из концепции всё, что не объясняет теория делового поведения, содержание концепции будет продолжать варьировать в зависимости от того, считаем ли мы эндогенными только те процессы, которые однозначно детерминированы..., или относим к ним и те процессы, на которые влияют факты, отсутствовавшие в первоначальной ситуации, например, непредвиденное введение новых методов производства».

Например, «наиболее внешним из всех факторов, влияющих на экономическую жизнь, является изменение урожайности, обусловленное погодой. Этот фактор был привлечён для объяснения колебаний деловой активности У.С. Джевансом, Г.С. Джевансом и другими исследователями» (*H.S. Jevons, «The Sun's Heat and Trade Activity», 1910*).

Несколько отклоняясь от генеральной линии изложения базовых идей Й.А. Шумпетера, укажем, что предметная область экзогенных теорий немонотонного социально-экономического развития включает достойный корпус исследований, выполненных в XIX – XX столетиях русскими и советскими естествоиспытателями, учёными и мыслителями. Небольшую часть этих работ мы анализировали в наших публикациях. Здесь же коротко отметим труд Д.И. Менделеева «К познанию России». О пересечении этой работы с идеями Шумпетера позволяет говорить следующая позиция русского химика: «К какому бы предмету, относящемуся до общенародного блага, ни направлялась мысль, она всегда встретится с вопросами, касающимися народонаселения на данной площади земли и меры <закономерностей> его увеличения, а по-

тому было бы совершенно естественно... говорить именно об этих предметах. Переходим... к обзору внешних торговых оборотов и заработков, доставляемых фабриками и заводами, но и здесь, уже по существу дела, вопросы о народонаселении играют огромное значение, так как внешняя торговля, как и фабрики, возникает только вследствие возрастания народонаселения» [3, с. 281-282].

Последнее заключение, по меньшей мере, не противоречит одной из ключевых идей французского социолога-позитивиста, основоположника национальной школы социологии Эмиля Дюркгейма, а также существенно более поздним заключениям экспертов Римского клуба. В частности, последние в одном из докладов Римскому клубу указывали: «...население и капитал – вот движущие силы в индустриальном мире. Другие <процессы>, такие как производство продуктов питания, потребление ресурсов, загрязнение окружающей среды, имеют тенденцию к... росту не потому, что они предрасположены к самовоспроизводству, а потому, что их побуждает к этому рост численности населения» [4, с. 40].

Воспроизводство населения, то есть процесс непрерывного возобновления его численности через смену поколений, через процессы рождаемости и смертности, ныне изучает демография. Однако и век назад русский химик Д.И. Менделеев чётко понимал, что, к примеру, «действительный прирост населения государства должно... отличать от естественного, считая последний равным перевесу рождаемости над смертностью. Тогда как действительный прирост государственного населения определяется... суммой естественного прироста с переселением, считая прибыль переселенцев (иммиграцию) с плюсом, а убыль переселенцев (эмиграцию) – с минусом. Прибыль переселенцев увеличивает естественный прирост и зависит, без всякого сомнения, от суммы природных условий <покидаемой ими> страны и от условий развития в ней благосостояния частных жителей, потому что переселенец оставляет насиженную страну, ища свободного места, которого у него в прежней стране не было, или, как в последнее время, по преимуществу, ища больших условий развития и приложения своей инициативы и трудоспособности в той стране, куда идёт, сравнительно с той, откуда эмигрирует» [3, с. 275-276]. Всё верно. Правда, XXI век добавил к этому ряду ещё один мотив, никак не менее, а, скорее, более мощный, чем мотивы переселения, отмеченные Менделеевым. Речь идёт о потребности переселенцев «приложить свою инициативу» в сфере распространения и насильственного утверждения этно-религиозных представлений своего рода-племени, поскольку современный этап технологического развития мира, как его ни называй, практически не оставляет пересе-



ленцу шансов легитимно утвердиться в других сферах жизни и деятельности. Реагируя на это, «цивилизованному» обществу, волей-неволей, приходится вступать в «диалог с архаикой», говоря словами А.И. Неклессы. И не всегда этот диалог мирный.

Опираясь на достижения демографии и других отраслей знания, эксперты Римского клуба утверждали, что устойчивый мир никогда не станет реальностью, если его невозможно представить – смоделировать. Предвидение должно строиться из идей многих людей, прежде чем оно примет законченные и привлекательные формы. В физических границах пространства и времени предвидение создает не только новые знания и поведение, но и новые социальные институты [4].

Основные тезисы прогнозов самого Римского клуба ныне широко известны. По оценке же Д.И. Менделеева, за прошедшие столетия «блага в человеческой жизни не убавились, и прибыли и бедствия, подобные голодовкам, сплошному мору и крупным истощительным войнам, не увеличились, а явно уменьшились. <...> Поэтому всякому реалисту очевидно, что мы живём в такую эпоху, когда для увеличения населения и среднего народного блага не видно никаких естественных преград, так как земной поверхности ещё много пустует, а расселение далеко от равномерности. В добыче же пищи и всяких средств к жизни виден явный прогресс. Так что данная площадь земли ныне даёт или может давать, несомненно, гораздо более, чем давала за сто лет сему назад, впереди же и подалее, если реальные знания, промышленность, торговля, пути сообщения, стремление к миролюбию и т.п. не будут ослабевать и станут продолжать развиваться» [3, с. 220-221].

«Если... не будут ослабевать и станут продолжать развиваться», то – да: потенциальные возможности и необходимые ресурсы развития глобальной социально-технической системы, видимо, ещё далеки от полного исчерпания. Однако, жизнь и различного рода теории показывают, что увеличиваются вероятности (риски) всё более существенных, в том числе, катастрофических сбоев в работе глобальной экономической машины, и причиной тому, похоже, являются изменения мотивации и характера поведения человека, а, говоря шире, – состава, строения и свойств культуры. Поэтому в финале каждой исторической эпохи наиболее проницательные умы испытывают разочарование от наблюдаемой культуры. В частности, об изменениях мотивации, а также патологиях, или кризисах, поведения, связанных с многообразными и неустранимыми ощущениями боли и неудовольствия, речь идёт в работе австрийского психолога и психиатра Зигмунда Фрейда «Неудовлетворённость в культуре» (1930; перевод А.М. Руткевича).

Проблемы увеличения рисков социально-экономического развития касается в своём фундаментальном исследовании и Й.А. Шумпетер: «То обстоятельство, что экономическая машина может допустить сбой, использовалось в анализе циклов различными способами. Наиболее простой – возложить ответственность на общую неопределенность, которая приводит к ошибочным решениям. Но поскольку эта неопределенность, во многих отношениях, обусловлена фундаментальными свойствами экономики..., мы можем непосредственно “обвинить” и сами институты последней. И так как индивидуальными ошибками, если только они не чрезвычайно единообразны, трудно убедительно объяснить большие деформации, мы можем возложить наши надежды на “волны оптимизма и пессимизма”. <...> Есть много... вариаций на эту тему, и ни одна из них не лишена некоторой доли истины. Но все они не выдерживают возлагаемую на них объяснительную нагрузку. <Действительно,> ...такое объяснение может быть с легкостью сведено к общим фразам, которые столь же бесспорны, сколь и пусты».

«Если мы не видим достаточных оснований полагать, что экономическая система претерпевает общие колебания вследствие своей внутренней логики, – пишет Шумпетер, – мы можем легко заключить, что эти колебания возникают всякий раз, когда по той или иной причине какой-либо существенный её элемент начинает “работать неправильно”. Подобной точки зрения придерживался немецкий экономист Вильгельм Рошер. Даже такой крупный учёный, как австрийский экономист Эйген Бём-Баверк, однажды высказался в том смысле, что не существует общего объяснения циклов или кризисов: эта тема относится к “последней главе” экономического трактата, где должны быть перечислены все возможные причины. В этом мнении... содержится больше, чем представляется на первый взгляд... Оно учитывает – хотя и чрезмерно подчеркивает – столь часто игнорируемый ревностными теоретиками факт: каждый цикл в определенной степени исторически уникален и неповторимые комбинации обстоятельств должны широко учитываться при анализе конкретного случая. Кроме того, такая точка зрения отмечает все однофакторные объяснения, которые не основаны ни на чем, кроме любимых антипатий их авторов... Наконец, она призывает к детальному исследованию индивидуальных механизмов, которое позволяет нам продвинуться далеко вперед, но не до конца. Основная масса исследований этого направления, однако, относится к послевоенному периоду, <поскольку> необходимые аналитические технологии развивались медленно».

Таким образом, Й.А. Шумпетер убеждён, что основные методы и объяснительные принципы, используемые в современном анализе



в культуре, порождает сбои в функционировании системы «общество – природа».

Согласно оценке профессора Принстонского университета Пола Кругмана, в ближайшее время мир «в режиме шатания» будет переходить от кризиса к кризису, каждый из которых будет связан с проблемой генерирования достаточного спроса. Детально это положение рассматривается в работе «Возвращение великой депрессии? Мировой кризис глазами нобелевского лауреата» [1].

Подводя итог рассуждениям, Кругман замечает, что «финансовая глобализация, несомненно, оказалась ещё более опасной, чем мы предполагали» и цитирует Кейнса: «Рано или поздно именно идеи, а не корыстные интересы, становятся опасными и для добра, и для зла». В современном мире, уточняет экономист, «ресурсы ограничены, и если вы хотите получить больше чего-то одного, то должны ограничить себя в другом. Другими словами, выигрыша без напряжения не существует. Однако истинная редкость в мире Кейнса, да и в нашем тоже, – это не ресурсы и даже не добродетели, а понимание происходящего... Некоторые утверждают, что наши экономические проблемы являются структурными, и потому быстрого излечения добиться не удастся. Но я уверен, что единственно важными структурными преградами на пути к процветанию мира являются... доктрины, которые затуманивают мышление людей» [1, с. 295-296]. Вполне разделяя эту оценку, представим на суд читателя наше понимание происходящего.

Как указывает Пол Кругман, в США официально объявляемые даты начала и завершения рецессий определяются независимым Комитетом экономистов, взаимодействующих с *National Bureau of Economic Research*. Этот комитет анализирует изменение различных индикаторов состояния экономики, таких как уровень безработицы, объём промышленного производства, потребительские расходы и других. Если все эти индикаторы идут вниз, делается заявление о наступлении рецессии; если некоторые из них движутся вверх, – о том, что рецессия завершилась.

Характеристики деловых циклов в США в интервале 1854 – 2009 годов представлены в табл. 1.

Согласно этим данным, средняя продолжительность одного цикла, определяемая по фазам максимального спада экономики (максимумов рецессии), составляет 56,78 месяцев, а определяемая по фазам максимального подъёма – 56,70. Усредняя эти величины, получим оценку продолжительности цикла, составляющую 56,74 месяцев или 4,73 года. Поскольку детальность наших оценок не слишком велика, примем в качестве опорной величины продолжительности цикла 57 месяцев и



на данном этапе не будем учитывать её флуктуации, обусловленные отличиями гармоники от модели единичного цикла (рис. 1).

Таблица 1

**Некоторые показатели деловых циклов США**

| the NATIONAL BUREAU of ECONOMIC RESEARCH |             |                 |                                  |            |
|--|-------------|-----------------|----------------------------------|------------|
|  | Фаза сжатия | Фаза расширения | Длительность цикла, месяцы/ годы |            |
|  | Max to min  | Min to max      | Между min                        | Между max  |
| В среднем все циклы:                     |             |                 |                                  |            |
| 1854 – 2009 (33 цикла)                   | 17,5        | 38,7            | 56,2/ 4,68                       | 56,4/ 4,7  |
| 1854 – 1919 (16 циклов)                  | 21,6        | 26,6            | 48,2/ 4,02                       | 48,9/ 4,08 |
| 1919 – 1945 (6 циклов)                   | 18,2        | 35,0            | 53,2/ 4,43                       | 53,0/ 4,42 |
| 1945 – 2009 (11 циклов)                  | 11,1        | 58,4            | 69,5/ 5,79                       | 68,5/ 5,71 |
|  |             |                 | 4,73 года                        | 4,73 года  |

Комитет по определению сроков делового цикла Национального бюро экономических исследований США: фиксированного правила для определения фаз цикла *her* (<http://www.nber.org/cycles/recessions.html>)

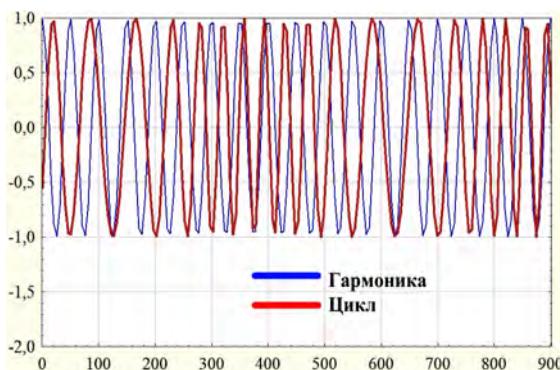


Рис. 1. Визуальные отличия гармоники от единичного цикла

Кроме того, обращает на себя внимание закономерность, согласно которой продолжительность фазы «сжатия» экономики (собственно рецессии) заметно меньше продолжительности фазы её «расширения» (восстановления по окончании рецессии). Сумма средних значений указанных фаз составляет те же 56,78 месяцев. Иными словами, экономические показатели достигают докризисных уровней более медленными темпами, чем обрушиваются в фазе взрыва финансового «пузыря».

Следующий вводимый нами критерий устанавливает внутреннюю структуру фазы рецессии и фазы восстановления экономики. Пусть во временных рамках каждой фазы существуют этап наиболее быстрых изменений изучаемых показателей (обозначим его  $m$ ) и этап наиболее медленных изменений ( $n$ ). Связь этих интервалов зададим выражениями:

$$\begin{cases} m + n = 0,5; \\ n/m = 0,5 + 0,5 \cdot (5)^{0,5} = (1 + \sqrt{5})/2; \\ n > m > 0. \end{cases}$$

Второе условие известно как золотое сечение Леонардо да Винчи. Указанным условиям удовлетворяют  $n = 0,309$  и  $m = 0,191$ . При принятой ранее величине продолжительности делового цикла  $n = 17,62$  месяцев и  $m = 10,89$  месяцев. Поскольку дробными величинами интервалов оперировать и неудобно, и нецелесообразно, округлим эти параметры до целых величин:  $n = 18$  месяцев,  $m = 11$  месяцев ( $2 \times 11 + 2 \times 18 = 58$  месяцев). Последние параметры и будем использовать в дальнейших рассуждениях.

Следует пояснить, из каких соображений вводится представление фаз цикла через параметры  $m$  и  $n$ , а не виде фиксированных интервалов, измеряемых в единицах времени? Для ответа на этот вопрос приведём некоторые элементы теории колебательных процессов, прежде всего, – ключевое определение: колебательными называют изменения формы и/или сущности чего-либо – движения, процесса, характеристики которых повторяются во времени. При этом все колебания описываются единичными математическими моделями.

Колебания называют периодическими, если значения *всех* параметров повторяются через равные промежутки времени. Таким образом, в соответствии с теорией, если значения *не всех* параметров какого-либо процесса воспроизводятся через равные промежутки времени, то процесс остаётся колебательным, но не считается периодическим.

Частным случаем периодического колебания является гармоническое колебание, описываемое моделью вида  $X(t) = A \cdot \cos([2\pi \cdot t]/T + \varphi_0)$ , где  $X(t)$  – параметр системы;  $A$  – амплитуда колебаний;  $T$  – период;  $[2\pi \cdot t]/T$  – круговая частота;  $[2\pi \cdot t]/T + \varphi_0$  – фаза;  $\varphi_0$  – начальная фаза.

Среди многих типов колебаний в данной публикации выделим циклические колебания – в целом, непериодические колебания с различным интервалом времени между равными фазами (1); вынужденные незатухающие колебания – колебания под действием внешней силы, периодически изменяющейся во времени:  $F(t) = F_0 \cdot \cos([2\pi \cdot t]/T_F + \varphi_{0F})$  (2); автоколебания – вид изменения системы за счёт источника энергии, не обладающего колебательными свойствами (3). Общество, безусловно, является автоколебательной системой и объединяет четыре компонента: принципиально способное к подобному виду изменений собственно сообщество людей, включая весь его инструментарий – техносферу; природные ресурсы, в том числе ресурсы земных недр; куль-



туру; обратные связи вида «общество» ↔ «культура» ↔ «условия и ресурсы».

Итак, объектом нашего внимания выступают циклические автоколебания, которые отличаются принципиально неодинаковой продолжительностью равных – по содержанию социальных изменений – фаз. Поэтому соотношение фаз и задаётся в долях единицы ( $m$  и  $n$ ), а не в виде постоянных интервалов времени.

На рис. 2 представлен ход финансово-экономического кризиса 2008 – 2010 годов применительно к тем событиям, которые происходили в Российской Федерации. Эта графическая модель сочетает как формальную составляющую, так и некоторые экспертные оценки произошедшего. Сокращение вида « $a$  мес. $b$ » понимается как продолжительность отрезка траектории в  $a$  месяцах  $b$  года.

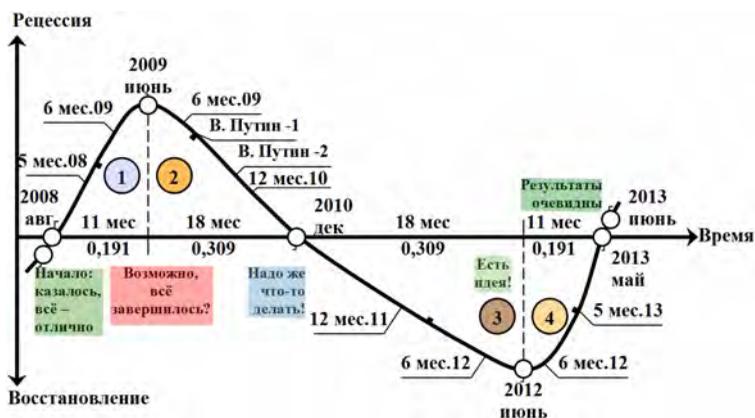


Рис. 2. Структура российского кризиса 2008-2010 годов

В частности, по экспертным оценкам, снижение котировок акций российских компаний на фондовых биржах началось 19 мая 2008 года, а 24 июля это снижение переросло в обвал. В августе – сентябре зарегистрирован мощнейший отток капитала из страны и очевидные признаки кризиса ликвидности. Поэтому на графике начало данного делового цикла приурочено именно к началу августа 2008 года. В первой половине октября 2008 года, как формулируют экономисты, произошёл «выход кризиса в народ», а стоимость российской нефти марки *Urals* упала ниже 70 долларов, из которых верстался бюджет 2009 года. Наибольшей остроты события достигли к лету 2009 года. 30 декабря 2009 года премьер-министр правительства РФ В.В. Путин заявил, что активная фаза кризиса преодолена, а 20 апреля 2010 допустил, что

экономика страны вышла из острой фазы рецессии и начала восстановление. В первом квартале 2010 года по темпам роста ВВП Россия находилась на второй позиции среди стран G8, уступая только Японии. По результатам 2013 года В.В. Путин заявил, что острая фаза кризиса преодолена, но «выздоровление» глобальной экономики будет долгим.

Распространим данную систему фаз на события 2013 – 2018 годов (рис. 3), а также экстраполируем (с учётом указанных ранее предпосылок) на, возможно, предстоящие события 2018 – 2023 годов (рис. 4).

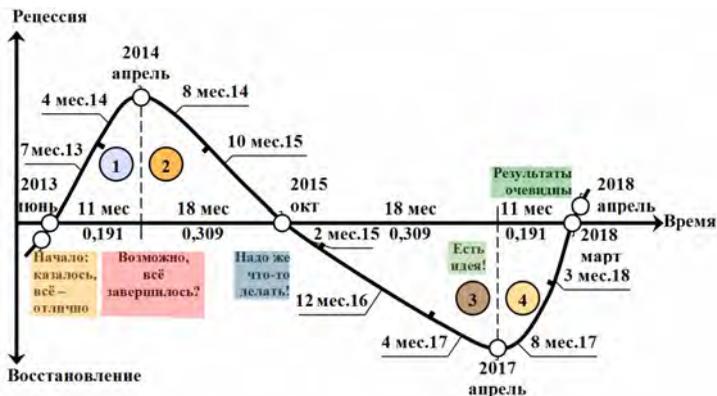


Рис. 3. Структура российского кризиса 2013-2018 годов

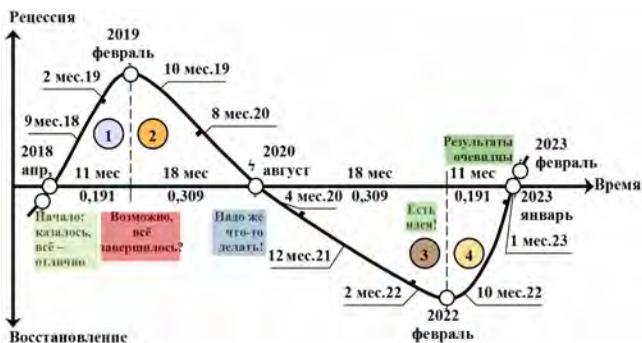


Рис. 4. Структура делового цикла 2018-2023 годов

Сопоставление выявленных особенностей развития циклов деловой активности бизнес-сообщества Российской Федерации представлено в табл. 2.



Таблица 2

**Характерные точки исторической траектории РФ  
в аспекте динамики социально-экономического развития**

| Оценка всего интервала, годы | Датировки характерных точек траектории (месяц и год) |                            |                        |            |                     | Общая структура шкля                       |
|------------------------------|--|----------------------------|------------------------|------------|---------------------|--|
|                              | Начало: казалось, всё – хорошо                       | Возможно, всё завершилось? | Надо же что-то делать! | Есть идея! | Результаты очевидны |  |
| 2008–2013                    | Август 2008  | Июнь 2009                  | Дек. 2010              | Июнь 2012  | Май 2013            | 5 + (4 × 12) + 5<br>2008 09,10,11,12 2013  |
| 2013–2018                    | Июнь 2013  | Апрель 2014                | Окт. 2015              | Апр. 2017  | Март 2018           | 7 + (4 × 12) + 3<br>2013 14,15,16,17 2018  |
| 2018–2023                    | Апрель 2018  | Февраль 2019               | Авг. 2020              | Февр. 2022 | Янв. 2023           | 9 + (4 × 12) + 1<br>2018 19,20,21,22 2023  |
| 2023–2027                    | Февраль 2023   | Декабрь 2023               | Июнь 2025              | Дек. 2026  | Ноя. 2027           | 11 + (4 × 12) – 1<br>2023 24,25,26,27 2027 |

Общий вид структуры шкля:  $a + (4 \times 12) + b = 58$  месяцев,  $a \pm b = 10$  месяцев,  $m + n = 0,5$  и  $n/m = 0,61803$

Важные оценки недавних событий и маркируемых ими трендов содержатся в работе О.В. Григорьева «Эпоха роста. Лекции по неэкономике. Расцвет и упадок мировой экономической системы» [2]. Так, по мнению автора, эпоху 1873-1900 годов следует считать первой Великой депрессией. В России её острая фаза продолжалась до 1903 года, а в 1907 году разразился новый кризис. Это привело к усилению роли государств в экономике и к войне в Европе. В целом, в годы резкого обострения классовой борьбы угроза «пролетарской революции» становится вполне реальной. Вторая Великая депрессия 1922-1933 годов завершилась Второй мировой войной и национально-освободительным движением в Африке.

Начавшийся в XIX веке этап финансово-экономической и политической нестабильности продолжается и поныне. Сегодня научно-технический прогресс не может служить источником экономического роста, «разве что сменится его модель». Поэтому специалисты всё чаще говорят не столько о модели развития, сколько о модели перераспределения благ.

Общая тенденция, резюмирует О.В. Григорьев, состоит в том, что «надо пережить тяжёлые времена, а потом – после 2030-2035 годов – всё, возможно, наладится». «Говоря объективно, запаса прочности мировой экономики может хватить надолго, но развиваться она будет по принципу “шаг вперёд – два шага назад”. Ошибки уже сделаны... Так что бдительность терять нельзя. К угрозам следует готовиться заранее».

О каких же угрозах, или геополитических рисках, пишет российский аналитик? Рассмотрим некоторые ключевые угрозы, безусловно, определившие общую динамику и детали следующего российского кризиса 2013 – 2018 годов. Правда, наиболее острая его фаза пришлась на 2015 – 2016 годы.

Летом 2014 года американским экспертным сообществом обсуждался законопроект под названием «Акт о предотвращении агрессии со стороны России 2014». Первые два чтения билля № 2 277 прошли ещё в начале мая. Целью данного документа заявлено предотвращение «российской агрессии по отношению к Украине и другим суверенным государствам в Европе и Евразии» (<http://www.vestifinance.ru/articles/44698>).

Так, пункт 101 указанного документа предписывает «Организации Объединённых Наций обеспечить способность выполнять для Европейского командования план США в чрезвычайных ситуациях». Для этого Соединённые Штаты должны укрепить потенциал НАТО для сдерживания и, при необходимости, применения военной силы, а все страны-члены НАТО должны увеличить расходы на оборону и усилить работу по достижению «энергетической независимости».

В категорической форме билль № 2 277 требует «не признавать незаконный референдум, который состоялся в Крыму 16 марта 2014 года, и незаконное присоединение к Российской Федерации территории Крыма, в том числе не признавать любой де-юре или де-факто суверенитет Российской Федерации в Крыму, её воздушное пространство или её территориальные воды, и призвать Российскую Федерацию прекратить незаконную аннексию Крыма».

Согласно положениям пункта 202 (a.1), Соединённым Штатам и их союзникам следует «ввести санкции, если Вооружённые силы Российской Федерации не будут выведены из Крыма, <против любого> ...должностного лица или агента Российской Федерации, любого близкого к нему сотрудника или члена семьи». Под санкции подпадает «любое физическое лицо или юридическое лицо, которое определит президент» США.

Документ также предполагает «введение санкций, если российские военные силы не отойдут от восточной границы Украины»; «дополнительные санкции в случае повышения агрессии Российской Федерации в отношении Украины или других стран»; «ограничение для Российской Федерации доступа к нефтяным и газовым технологиям Соединённых Штатов» и, безусловно, поддержку «российской демократии и гражданского общества», в том числе путём расширения «доступа



в интернет материалов, не прошедших цензуру в России», а также «защиты журналистов и активистов гражданского общества».

Особый интерес представляет пункт 306 «Энергетическая независимость Европы и Евразии». В рамках этого раздела планируется оказывать содействие Украине, Грузии и Молдове в эксплуатации существующих запасов природного газа, провести дополнительные исследования территорий и акваторий на нефть и газ, пропагандировать альтернативные источники энергии. Руководству Всемирной торговой организации и Агентства по вопросам развития, по сути, предписывается «предпринять объединенные усилия в оказании помощи <указанным государствам> по эксплуатации существующих запасов природного газа».

Детализацию положений «Акта о предотвращении агрессии со стороны России 2014» экспертное сообщество получило в ходе выступления американского политолога, основателя и директора частной аналитической организации «*Stratfor*» Джорджа Фридмана, состоявшегося 4 февраля 2015 года в Чикагском Совете по международным отношениям (<http://www.politforums.net/euouunion/1428654300.html>). По мнению аналитика, исламизм является проблемой для Соединенных Штатов, но не является жизненно важной угрозой. У Америки – другие внешнеполитические интересы и концентрируются они на отношениях между Россией и Германией. Потому что, объединившись, эти государства становятся единственной силой, представляющей для США угрозу. Поэтому ключевой тезис формулируется следующим образом: либо Украина становится буферной зоной между Россией и Западом или, как минимум, будет нейтральной страной, или же Запад (НАТО) будут отделять от Сталинграда всего 100 километров, а от Москвы – 500 километров. «Для США вопрос стоит таким образом, что если Россия продолжит цепляться за Украину, то мы должны остановить Россию. <...> Ни одна страна, – резюмирует основатель «*Stratfor*», – не может быть вечно мирной... В будущем Европа, как мне кажется, не будет вовлечена в большие войны, как раньше, но вернется к естественной ситуации человечества: в Европе будут войны, будут времена мира; европейцы будут умирать в войнах».

16 июля 2018 года в столице Финляндии Хельсинки состоялась первая после избрания на соответствующие должности продолжительная встреча президента России В.В. Путина и 45-го президента США Дональда Трампа. Детали и перспективы личной встречи двух лидеров ещё не скоро станут достоянием общественности, но эксперты отметили, что Трамп назвал Путина соперником, но не противником, дополнительно уточнив, что термин использовался в позитивном ключе, пред-

полагающем установление нормативных рабочих отношений как между самими лидерами, так и между представляемыми ими странами. Однако в тот же день директор ЦРУ при 44-м президенте США Джон Бреннон заявил, что выступление Трампа на совместной пресс-конференции является государственной изменой. По сути, в Хельсинки совершено предательство национальных интересов США. Поскольку внешнеполитическая стратегия Соединённых Штатов лишь отчасти определяется действующим президентом (скорее, им декларируется), а в значительно большей мере – связанным с различными группами влияния и финансово-экономическими кланами сообществом аналитиков и экспертов, таких как Джордж Фридман, вероятность продолжения конфронтации между США (англосаксонским миром) и Россией остаётся весьма высокой.

Таким образом, геополитический фон, на котором развивались отечественные события 2013 – 2018 годов был весьма сложным, и мы допускаем, что глубинные причины конфронтации продолжают оказывать влияние на ход событий и в 2018 – 2023 годах.

В 2013 – 2018 годах в России и её регионах разворачивался вполне осязаемый социально-экономический кризис. А уже в 2018 году специалистами всё смелее обсуждались первые признаки очередного приближающегося неблагополучия, о типологии которого следует говорить лишь в прогностическом ключе. Но прежде считаем целесообразным заявить гипотезу о наиболее общих причинах усиления рисков жизни и экономической деятельности современного общества, по сравнению с которыми нынешняя агрессия США и их сателлитов в отношении к остальному миру – лишь важное следствие.

Согласно представлениям российского антрополога и эколога академика В.П. Алексеева, ключевую идею дисциплин, анализирующих риски развития общества, выражает модель «человек (общество) – культура – окружающая природная среда». «Эта схема, – указывает В.П. Алексеев в работе «Некоторые аспекты палеоэкологических исследований» (1991), – включает три компонента: человека, понимая под ним, естественно, не единичную личность, а совокупность людей, культуру во всех её формах, природную среду (социальная среда включается в культуру) и все возможные связи между ними» [3, с. 93]. В свою очередь, названная модель конкретизирует физические представления об автоколебательных системах, совершающих незатухающие колебания за счёт источника ресурсов, в общем случае, не обладающего явными колебательными свойствами. Для этого система должна включать блок, который регулирует поступление ресурсов в систему определёнными порциями, а также сохранять с этим блоком непостоянную по



знаку и силе обратную связь. Подобную функцию выполняет культура, выступающая одновременно и интегральным инструментом природопользования, и интегральным результатом тысячелетнего взаимодействия общества и природы. Поэтому состояние культуры, безусловно, сказывается на степени доступности запасов минерального сырья, а динамика культуры – динамика социально-исторических процессов – определяет перспективные оценки этой категории, как и многих других категорий, являющихся фундаментом экономического благополучия человека.

Механизмы и результаты взаимодействия общества и природы выступили специальным предметом естественнонаучных исследований в XIX столетии. Во второй половине XX века экологическими названы проблемы взаимодействия с окружающей средой различных технологий. В 1990 году съезд Географического общества СССР закрепил за интегральным научным направлением, лежащим на стыке естественных, общественных и технических наук, понятие «геоэкология». Ныне большинство определений утверждает, что именно геоэкология изучает механизмы и архитектуру окружающей среды, а также закономерности функционирования измененных человеком экосистем высокого уровня организации. Базовыми геоэкологическими дисциплинами признают и геологию, и географию, поскольку первая рассматривает системы литосферы, а вторая – системы земной поверхности.

Разработку нового инструмента анализа и синтеза социально-технических систем специалисты в области геоэкологии обычно связывают с идеей соразмерного использования – баланса – экономического и экологического потенциалов недр. Предметом обсуждения профильных публикаций является различная мера доступности запасов и ресурсов минерального сырья. Предпринимаются попытки дать определение понятия «доступность», характеризовать эту категорию какими-либо численными показателями. Например, по мнению А.А. Пешкова и Н.А. Мацко, авторов монографии «Доступность минерально-сырьевых ресурсов» [4], понятие «доступность» объединяет два аспекта: 1) состояние готовности запасов и ресурсов к участию в экономических процессах; 2) возможность их использования в текущий момент ввиду приемлемости цен. Иными словами, доступность не является некоторым постоянно присущим свойством сырья. Доступность ресурсов возникает только в том случае, когда речь ведётся об отношениях в системе «общество – ресурсы», и потому именно доступность наиболее адекватно характеризует эти отношения. В целом, под доступностью ресурсов понимают свойство системы «общество – минеральные ресурсы», отражающее возможности – условия и ограничения – их эффективного

и безопасного использования в зависимости от текущего и перспективного состояния ресурсов, потребности общества в них, уровня техники и технологий, уровня геополитических рисков [4, с. 9, 12].

Развивая идею, авторы указывают, что доступность является динамическим, то есть меняющимся во времени и пространстве, свойством. На этой теоретической основе предложены новый подход к оценке минеральных ресурсов и количественная мера их доступности.

Обращаясь к геополитическому аспекту доступности ресурсов, специалисты ИПКОН РАН резюмируют: «Наиболее сильное влияние государственных границ... на доступность запасов полезных ископаемых <оказывается> в периоды политических конфликтов. В период Первой мировой войны сформировалось понятие «стратегические виды минеральных ресурсов»... <Однако> вопросы изменения доступности минерального сырья в периоды международных конфликтов не затронуты в данной монографии, так как являются предметом отдельных исследований». По сути, аргументация авторов распространяется только на этап «устойчивого развития» государства и мира – в тех временных рамках, в которых это возможно. В частности, отмечается, что «в нормальные периоды развития мировой экономики преобладает тенденция к глобализации сырьевых рынков» [4, с. 27].

Таким образом, на рубеже XX – XXI веков главной, фундаментальной причиной усиления рисков развития любого рода (какой бы смысл ни вкладывался в понятие «развитие») является некомпенсируемой нарушение состава, принципов организации и механизмов функционирования глобальной системы «природа – общество». Долгое время в этой системе происходили закономерные автоколебания за счёт имеющихся ресурсов Земли и достижений культуры, которая, как мы не раз указывали, и поддерживает, и отражает, и интегрирует динамику обмена веществом, энергией и информацией между глобальным сообществом и биосферой. Во второй половине XX века пришло понимание, что для сохранения достигнутых темпов экономического развития качественных, легкодоступных ресурсов уже не достаточно, и тенденция деградация культуры всё отчётливее заявляет о себе. Иными словами, на глобальном уровне ситуация весьма близка к тому, что экономисты называют «взрывом финансового пузыря». А прямые и косвенные последствия подобного взрыва специалистам известны. Многих политиков, крупных администраторов и бизнесменов эти перспективы наводят на определённые размышления и мотивируют на агрессивные действия, в том числе и политиков Соединённых Штатов. Поэтому наиболее широкую рамку происходящих в современном мире процессов, безусловно, задают всё чаще наблюдаемые сбои функционирования системы «при-



рода – общество». В ситуации нарастания неопределённости и сокращения лимитов ресурсов всех типов, включая и ресурс времени, каждое геополитическое объединение, или мир-система, предлагает и активно защищает свои рецепты разрешения глобальных проблем. Поэтому особых результатов от «партнёрства» США и России в ближайшее время ожидать не следует. Сохранение и, возможно, усиление данного конфликтного потенциала и будет определять главные геополитические риски развития России и её регионов в среднесрочной перспективе.

#### **Библиографический список**

1. Кругман П. Возвращение великой депрессии? Мировой кризис глазами нобелевского лауреата/ Пол Кругман. Пер. с англ. В.Н. Егорова. Под общ. Ред. М.Г. Делягина, Л.А. Амелехина. – М.: Эксмо, 2009. – 336 с. (Экономика: мировые тенденции).
2. Григорьев О.В. Эпоха роста. Лекции по неоконимике. Расцвет и упадок мировой экономической системы. – М.: Карьера Пресс, 2014. – 448 с.
3. Алексеев В.П. Очерки экологии человека. – М.: Наука, 1993. – 191 с.
4. Пешков А.А., Мацко Н.А. Доступность минерально-сырьевых ресурсов. – М.: Наука, 2004. – 280 с.



УДК

## **АДАПТАЦИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА К МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ**

**Исатаева Ф.М., Портнов В.С.**

*Карагандинский государственный технический университет,  
г.Караганда, Казахстан*

**Рудько Г.И.**

*Государственная комиссия Украины по запасам полезных ископаемых,  
Украина,*

*Статья посвящена внедрению в Казахстане международной системы стандартов отчетности по запасам полезных ископаемых CRIRSCO способствует повышению инвестиционной привлекательности минерально-сырьевого комплекса. Отраслевое совершенствование будет основано на наращивании минерально-сырьевой базы, углублении комплексной переработки сырья, повышении достоверности геолого-экономической оценки месторождений.*

*Ключевые слова: Казахстан, месторождение, геолого-экономическая оценка, стандарты CRIRSCO.*

В средне- и долгосрочном периоде горно-металлургический комплекс Республики Казахстан будет иметь стратегическую значимость в построении новой модели экономического роста [1]. На 2020-2030 годы запланировано проведение поисково-оценочных геолого-разведочных работ, открытие новых месторождений и подсчет полезных ископаемых, обеспечение целесообразного потребления недр на изученных площадях, продолжение региональных и поисковых работ на новых территориях, выход на ранее не известные рынки с последующим географическим расширением поставок. Отраслевое совершенствование будет основано на наращивании минерально-сырьевой базы, углублении комплексной переработки сырья, повышении достоверности геолого-экономической оценки месторождений [2]. В 2018-2026 гг. планируется возобновление работ на ранее законсервированных месторождениях. За 2018-2019 годы планируется автоматизировать 10-20 мелких месторождений с небольшим количеством скважин [3].

В перспективе Казахстана до 2050 г. обозначена цель вхождения в 30 передовых стран – членов ОЭСР. Высшие стандарты ОЭСР несут в себе обязательность предоставления итоговых документов о работе государственно-частных подразделений, включая автономную внешнюю экспертизу по международным стандартам.

Казахстан одним из первых среди постсоветских стран реформировал сферу недропользования, приблизив её к международным требованиям. В 2016 г. Казахстан стал 10-м членом CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standarts - Комитет по международным стандартам отчетных данных о запасах твердых полезных ископаемых). Отчетность Казахстана в сфере геологии по Международным стандартам предоставляется внутри страны фондовой бирже (KASE), банкам, инвесторам. Геология Казахстана прерывает советские стандарты закрытости геологических данных о запасах.

Внедрение в Казахстане международной системы стандартов отчетности по запасам полезных ископаемых CRIRSCO способствует повышению инвестиционной привлекательности минерально-сырьевого комплекса [4]. В горнорудной отрасли планируется переход на упрощенный метод предоставления права недропользования по модели Западной Австралии, где применяется принцип «Первый пришел - первый получил».

Инвестиции, направляемые на поиски и разведку месторождений полезных ископаемых, носят инновационный характер [5]. Казахстан планирует увеличить долю геологоразведочных работ, выполняе-



мых инновационными технологиями, до 75%, в связи с чем система налогообложения геологоразведочной деятельности должна быть скорректирована с учетом повышенного риска в данной сфере деятельности. Инновационное развитие откроет возможность через добывающие отрасли с помощью развития 3 - 4 передела переключиться на обрабатывающий сектор, сделав его инвестиционно-привлекательным. Высокие инвестиционные риски, сопровождающие проекты разведки и разработки месторождений, ужесточают требования инвесторов к подлинности предоставляемых сведений о конкретных ресурсах и обнаруженных запасах.

Для соблюдения паритета в интересах государства и недропользователей, повышения достоверности предоставляемых инвесторам сведений о полезных ископаемых, в 2018 г. Казахстан начал переход на международную систему отчетности по запасам углеводородного сырья SPE-PRMS [6].

Ожидаемые результаты от принятия Казахстаном международных стандартов отчетности по ресурсам и запасам:

- в сфере недропользования Казахстан активизирует действия по реализации целевых установок вхождения в тридцатку стран - членов ОЭСР, использующих стандарты CRIRSCO;

- ускорится развитие рынка юниорских компаний в стране;

- обязательность систематического информационного обновления данных о ресурсах и запасах, сопровождаемых применением горно-геологических информационных систем и технологий: DATAMINE, MICROMINE, SURPAC и др.; оптимизация производственных процессов, стабилизация поставки руды требуемого качества и рост доходности проектов;

- своевременный и оперативный учет конъюнктурных изменений мирового рынка сырья;

- интеграция горно-геологической отрасли Казахстана в отраслевой рынок, охватывающий передовые страны;

- развитие ресурсной базы для горнодобывающей и металлургической отраслей, открытие новых месторождений за счет увеличения объемов разведочных работ;

- наращивание конкурентоспособности горнодобывающей отрасли Казахстана, форсирование попадания предприятий на рынки, объединяющие мировой венчурный капитал.

В 2015-2019 гг. в целях всестороннего исследования количественных и качественных характеристик недр с учетом международной составляющей в оценке запасов полезных ископаемых Казахстана, за счет государственного бюджета и государственно-частного партнерст-

ва проводятся региональные и полномасштабные разведочные работы, выявляются перспективные участки на коммерческое установление полезных ископаемых для последующих разведочных работ по контрактам на недропользование. Внедрение инструментов государственно-частного партнерства стимулирует частные инвестиции в реализацию проектов по геологическому исследованию недр, проведению наиболее рискованных геологических исследований, что активизирует продвижение инновационных технологий в геологоразведочные работы, ускоряет переход на международные стандарты отчетности по запасам [7].

Казахстанский Кодекс публичной отчетности KAZRC координирован с комитетом CRIRSCO, что открывает возможность вхождения в число международных стандартов с получением в последующем мирового признания. Он включает все общепринятые в мировом горно-геологическом сообществе минимальные требования к отчетам по геологии по итогам геологоразведочных работ, минеральных ресурсах и запасах, представляемых компаниями международным инвесторам, банкам и биржам.

По аналогии со стандартами других стран, Кодекс KAZRC не предлагает методических приемов, как и что надо делать в разведывательном и оценочном процессах на месторождениях, не содержит правил выполнения работ. Он определяет минимальный перечень вопросов, которые должны быть освещены в результате проведения работ при подготовке публичных отчетов.

Кодекс KAZRC не содержит никаких норм, составляющих основу стандарта Государственной комиссии по запасам. В Кодексе Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» не упоминаются государственная экспертиза запасов, государственная комиссия по запасам полезных ископаемых, оценочные и промышленные кондиции, балансовые и забалансовые запасы [4].

Главные элементы Кодекса KAZRC - подразделение рудных концентраций на минеральные ресурсы и минеральные запасы. К минеральным ресурсам отнесено все находящееся в недрах, к минеральным запасам - количество минеральных ресурсов, которое возможно будет извлечено из недр, в последующем переработано в товарную продукцию и получен доход.

Принципиальным различием двух классификаций, используемым Казахстаном стандартом государственной комиссии по запасам и международных стандартов, является подход к промышленным запасам. Подход, соответствующий шаблону CRIRSCO, учитывает извлекаемые запасы (с принятием во внимание ущербов и разубожива-



ния), по стандарту государственной комиссии по запасам – все балансовые запасы. В этом случае при прочих равных условиях разница в цифрах запасов может быть весьма существенной. К примеру, для месторождений калийных солей нормативные потери могут составлять до 60%, соответственно извлекаемые запасы составят всего 40% от балансовых по стандарту государственной комиссии по запасам. В то же время в казахстанской группировке запасов для месторождений нефти также используются две разные категории запасов: геологические и извлекаемые, что, безусловно является более логичным, чем в случае твердых полезных ископаемых.

Вышесказанное свидетельствует, что для перевода ранее разведанных запасов месторождений Казахстана в ресурсы и запасы по международным стандартам, в большинстве случаев необходима профессиональная оценка исходной информации по конкретному месторождению.

Для этого в 2015 г. в стране создано Общественное объединение «Профессиональное объединение независимых экспертов недр» (ПОНЭН). Организовано обучение специалистов по международной системе отчетности по твердым полезным ископаемым CRIRSCO в рамках гранта Европейского банка реконструкции и развития. Предполагается, что казахстанские специалисты смогут выпускать отчёты Scoping Study (предварительно проведенное технико-экономическое оценивание проекта), PFS, DFS и ESIA по международным стандартам, понятные инвестору или банку. В Казахстане работает фондовая биржа KASE со своими листинговыми правилами, доступными и прозрачными инвесторам. Планируется, что стандарты KAZRC и ПОНЭН войдут в списки не только KASE, но и зарубежных фондовых бирж, где сосредоточены ключевые источники кредитования и вложений.

Индустриально-инновационное развитие Казахстана потребовало перестройку геологоразведочной отрасли и адаптацию её к международной практике в части методического совершенствования геолого-экономической оценки месторождений, для которых главной характеристикой ценности остаются социально-экономические и горно-геологические факторы.

Ключевым элементом оценки должен стать выбор наиболее целесообразного варианта отработки месторождения по принципу достижения наибольшего экономического эффекта, затрагивающего интересы государства и инвесторов. При проведении оценки ужесточатся требования к обоснованности выводов по расчетам доходов от эксплуатации месторождения и расходов на эксплуатацию месторожде-

ния; чистого дохода инвесторов с учетом уплаты всех обязательных платежей; значений показателей, отражающих экономическую эффективность инвестиционного проекта по конкретному месторождению, детальному анализу структуры денежных потоков с учетом временно-го фактора.

#### **Библиографический список**

1. *Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность».* Астана, Акорда, 31 января 2017 г.
2. *Прогноз социально-экономического развития Республики Казахстан на 2017-2021 годы. Одобрен на заседании Правительства Республики Казахстан (протокол № 29 от 31 августа 2016 года).*
3. *Государственная Программа «Цифровой Казахстан». Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 827.*
4. *О недрах и недропользовании. Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI ЗРК.*
5. *Mil'kov, Alexei V. (2015). Risk tables for less biased and more consistent estimation of probability of geological success (PoS) for segments with conventional oil and gas prospective resources: Earth Science Reviews, v. 150, p. 453-476.*
6. *Фрейман Г.Г. Перспективы и проблемы внедрения международных стандартов оценки минеральных ресурсов и запасов в Казахстане. Материалы международной научно-практической конференции: геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан, посвященной 75-летию института геологических наук им. К.И. Сатпаева 26-27 ноября 2015 г. Алматы, 2015. С. 393-399.*
7. *Singh, V., Yemez I., Izaguirre E. and Racero A. (2017). Optimal Subsurface Appraisal: A Key Link to the Success of Development Projects-Few Examples American Journal of Applied Sciences. Volume 14, Issue 2. Pages 217-230. DOI: 10.3844/ajassp.2017.217.230.*



УДК 303.732.4\_504.75\_32.019.5\_338.2

## **ОБЗОР И АНАЛИЗ МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ «ЗЕЛеноЙ» ПОЛИТИКИ**

**Бондаренко И.С.**

*НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия*

*Рассмотрены основные участники «зеленого» движения и виды их деятельности. Дан обзор экологических проблем в стране и мире. Приведены результаты системного анализа мировой эволюции движения «зеленых». Рассмотрена нормативно-правовая и практическая деятельность в рамках внедрения принципов «зеленой» экономики в России.*

Политика, как отдельная область социального бытия выделилась



позднее таких общественных форм отношений как экономические отношения и мораль. Ее появление явилось закономерным этапом развития общества с целью систематизации принципов принятия управленческих решений для эффективного планирования и достижения оптимальных результатов жизнедеятельности. В процессе своего развития политика все больше формировалась как методология управления для регулирования отношений между различными социальными слоями населения, в первую очередь для сохранения общественного порядка. Сегодня общество требует от политической деятельности больше научной обоснованности и соответствия критериям нравственности. И как следствие, помимо вопросов экономического, социального и культурного регулирования общества поднимается вопрос экологических потребностей людей. Ведь если воздухом нельзя дышать, воду нельзя пить, а пищу нельзя есть, то все прочие политические проблемы теряют смысл.

В условиях современной глобализации проблемы состояния природной среды вызывают повышенный интерес и озабоченность населения практически во всех регионах планеты. В экономически развитых странах вопросы экологического состояния занимают верхние позиции в списках национальных приоритетов (рис.1).

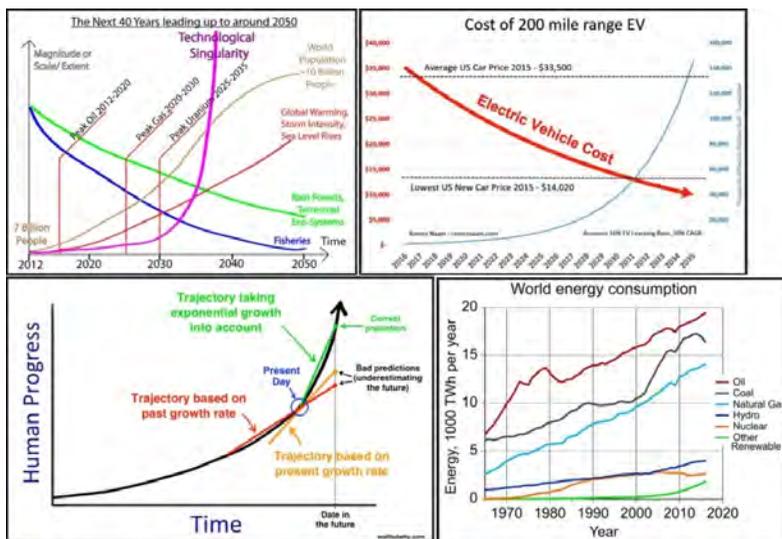


Рис. 1. Графики мирового ресурсопотребления

Истощение природных ресурсов, накопление различного рода загрязнений в нашей среде обитания и связанные с этим ростом заболевания и смертность сделали проблему экологической безопасности человечества наиболее острой. Кроме того, такое ухудшение качества природного мира отражается на экономике ряда стран и в социальной сфере и может приводить к обострению социальных противоречий. Эти противоречия часто способствуют росту социальной несправедливости в современном мире, так как использование благ «экологически чистой среды» становится привилегией более обеспеченных слоев населения.

Все это сегодня приводит к повышенному интересу к вопросам экологии со стороны общественных организаций и политических партий. В предвыборных программах многие партии, в поисках привлечения большей поддержки населения на выборах, кроме экономических и социальных, поднимают и экологические вопросы. В их программных документах часто включены и критическая оценка современного экологического состояния страны и возможные рациональные действия, направленные на его улучшение. В обиход плотно вошло понятие «экополитика», как политика защиты прав граждан на чистую, благоприятную, не угрожающую выживанию во времени, окружающую среду.[1]

Демократизация общественной жизни и свобода слова позволяет политической экологии быть более доступной современному обществу, пользоваться достоверной экологической информацией. Это очень важно для решения большинства экологических проблем. Отсутствие ограничений на информацию о состоянии природной среды позволяет обществу участвовать в выборе альтернативных путей преобразования и развития окружающей среды и природы.

Наблюдаемая в последнее время экологическая грамотность населения обусловила рост массового экологического движения. Распространение идей этого движения сегодня значительно влияет на деятельность государственных организаций и на политические процессы в мире. Современное экологическое движение «зеленых» структурно и организационно оформлено и активно политизируется, как новое социальное движение, выступающее за нововведения в общественную систему экологических ценностей.

Традиционно «зелеными» называют участников политики действующих на законодательном уровне власти. Они ставят и решают как политические (участие в разработке и принятии решений на исполнительном уровне), так и неполитические задачи, относящиеся к экополитике в широком ее понимании (экспертиза, мониторинг, оценка



окружающей среды, экологическое просвещение и образование, охрана и культура природопользования).

Экологическое движение начало формироваться более чем сто лет назад. В мировой истории принято выделять три основных этапа его эволюции (табл.1).

Таблица 1.

## Этапы эволюции «зеленого» движения

| Этап | Условное название                               | Период                                    | Характерные черты и виды деятельности   |
|------|---|---|---|
| I    | Охранительные партии и движения                 | конец XIX – начало XX вв. до конца 60 гг. | - носили неполитический характер;<br>- призывали к бережной эксплуатации ресурсов;<br>- не провозглашали «новых» ценностей;<br>- действовали как поддержка господствующей системы индустриального общества.                     |
| II   | Экологизм, как порждение алармистского движения | конец 60 гг. – начало 90 гг.              | - вовлечение в охрану окружающей среды социума;<br>политизация (внедрение в парламентскую деятельность).  |
| III  | «Демократия участия»                            | начало 90 гг. – по сегодняшние дни        | - поиск новых политических форм участия;<br>- вовлечение участия населения в экологической политике («зеленые» выступают как посредники между народом и властью);<br>принятие дружественных политических экологических решений. |

Движение «зеленых» в России в целом вписывается в логическую последовательность развития аналогичного движения за рубежом, но имеет ряд отличительных особенностей таких как:

роль поддержки населения (в период расцвета):

- в России – максимум 3%, в США – более 10%;

охват населения:

- в России – специалисты экологи, в США и на Западе – активисты;

характер работы:

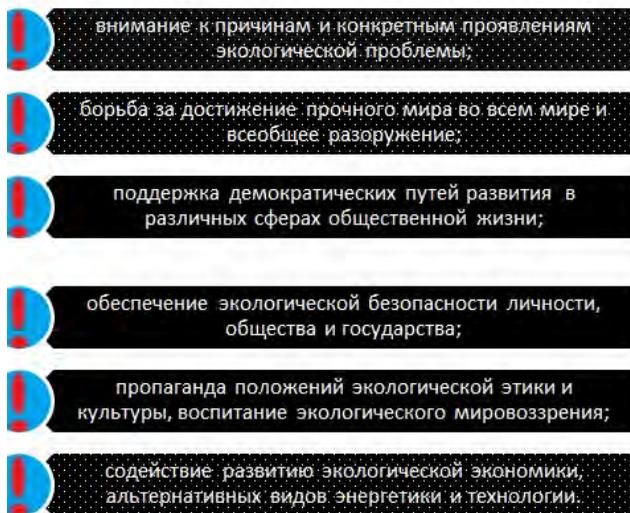
- в России – реакция на сложившуюся ситуацию, на Западе – проактивный характер, сами инициируют, строят свою политическую среду, действуя «на опережение»;

финансирование:

- в России – в основном за счет зарубежных грантов, на Западе – частные пожертвования граждан (реже организаций) – фандрейзинг.

Кроме того, в большинстве развитых стран имеется более одной партии «зелёных» и их представители состоят на службе в национальных парламентах. В России сегодня это единственная партия экологической направленности, которая насчитывает более семидесяти региональных отделений по всей стране.

Основные политические задачи экологии «зелёных» всех стран довольно схожи. Их деятельность по разрешению этих задач можно свести к шести принципам (рис.2).



*Рис. 2. Основные политические принципы экологии*

Стратегическая цель движения «зелёных» заключается в рациональном использовании природных ресурсов и сохранении биологического разнообразия природного мира. Это делает



необходимым сотрудничеством мирового сообщества в решении как глобальных, так и региональных экологических проблем.

В международной политической экологии центральное место занимают межгосударственные разногласия в ряде вопросов связанных:

- с трансграничным переносом загрязняющих веществ воздушными и водными массами;
- с ростом концентрации углекислого газа и угрозой парникового эффекта;
- с загрязнением Мирового океана;
- с промышленными авариями, наносящими ущерб природной среде соседних стран;
- с использованием общечеловеческих ресурсов Мирового океана, Антарктиды, ближнего космоса и др.;
- с военной и военно-испытательной деятельностью.

Все эти вопросы не знают политических границ и во-многом остаются сегодня не разрешенными.

Усугубление экологических противоречий в этих важных для человечества вопросах значительно повышает ответственность людей за будущее и приводит их к решительным действиям и участию в принятии политических решений, что и проявляется в формировании экологических движений и организаций. Многие экологические движения сегодня могут быть отнесены к альтернативным движениям, они выступают за поиск новых устойчивых форм организации социальной жизни в согласии с окружающей природной средой. Такие движения в разных странах за последние несколько десятилетий оказали большое влияние на политические решения. Так, благодаря их организованной деятельности были спасены многие леса от рубки, остановлены в ряде стран химические испытания, наносящие вред окружающей среде, улучшено качество питания населения в странах со слабо развитой экономикой, за счет повышения контроля качества продуктов, а так же проделано еще много другой нужной и важной для экологической безопасности работы. Традиционные партии сегодня не только перенимают лозунги «зелёных», но и делают вопрос обеспечения экологической безопасности важной составной частью национальной и мировой политики.

В последние два десятилетия в политике и экономической науке сформировалось понятие «зеленая экономика». Ее основой послужили организация и управление хозяйственной деятельностью способствующее улучшению среды и качества жизни. В рамках ее реализации предполагается устойчивое развитие с более эффективной

экологической направленностью в сферах сельского хозяйства и промышленного комплекса, транспорта и энергетики, а также ряда других отраслей. Относительно существующей сегодня модели экономического развития путь «зеленой» экономики прямо противоположен. Странники «зеленой» экономики придерживаются взглядов общесистемного рассмотрения вопросов экономических, социальных и природных факторов политической деятельности, не считая последние «придатками» экономики. Экономический рост, они считают, теоретически невозможным, поскольку «невозможно расширять сферу влияния в ограниченном пространстве».[4] Таким образом, преобладающее место в мире пока занимает экономика считающаяся расточительной и нерациональной.

В программе «зелёной» экономики предлагается проведение постепенных ограниченных преобразований. Пионерами «зеленой» экономики должны стать предприятия готовые основу для ее развития вместе с практической деятельностью. Это должно побудить власти работать в направлении развития «зеленой» экономики. Переход к ней предполагает появление новых рабочих мест. Постепенно это позволит компенсировать сокращение рабочих мест, которое наблюдается сегодня в обычной экономике в таких отраслях как: транспортная, сельскохозяйственная, жилищно-коммунальная, энергетическая, лесная. Кроме того в развитии «зеленой» экономики возможно появление новых эффективных способов природопользования. Так, например, в России, где лишь треть ее территории охвачены централизованным энергоснабжением, в задачах обеспечения и использования энергоресурсов, перспективным является использование альтернативных источников энергии.

Переход Росси к принципам «зеленой» экономики очень важен.

В Декларации 2013 года «О внедрении принципов «зеленой» экономики в России» выделены направления деятельности, нацеленные на обеспечение:

- повышения уровня качества жизни населения;
- создание и поддержание безопасной для здоровья окружающей среды;
- увеличение темпов развития отраслей, которые являются стратегическими для национальной экономики;
- рациональное и бережное использование природных ресурсов (в интересах будущих поколений);
- выполнение государством ее экологических обязательств.

Согласно Декларации в России должна произойти необходимая модернизация инфраструктуры, обновление и развитие



технологичного оборудования в течение ближайших десятилетий. Такие совершенствования, конечно, в первую очередь вызваны устареванием основных фондов. Кроме того, присутствие нашей страны в списке передовых мировых держав невозможно без своевременного технологического перевооружения и запуска новых перспективных отраслевых хозяйств.

Конкурентоспособность «зеленых» технологий неуклонно растет. В скором будущем альтернативная энергетика будет предлагать эффективные и менее затратные, по сравнению с традиционными, способы производства электроэнергии.

Сегодня опыт многих развитых стран, где деятельность «зеленой» экономики уже дала свои плоды, явно показал благоприятные для многих сфер человеческой жизни преобразования. Проводя свою политику в рамках «зеленой» экономики эти государства дополнительно увеличили валовой внутренний продукт, были и сформированы современные отрасли в промышленности и в сфере услуг, обеспечены новые рабочие места.[2] Все это позволило создать для людей более равноправные, здоровые условия жизни.

В отечественной экономике на сегодняшний день основная деятельность в рамках повышения экологической эффективности проводится в следующих направлениях:

|  |  |
|--|--|
|  | увеличение инвестиций в природоохранные технологии;                                    |
|  | снижение удельных показателей использования природных ресурсов на единицу ВВП;         |
|  | совершенствование методов переработки отходов;   |
|  | развитие «зеленых» инновационных технологий рынка экологических услуг;                 |
|  | создание механизмов для введения платежей за экосистемные услуги;                      |
|  | поддержка экологически активного бизнеса в отраслях нового технологического уклада;    |
|  | создание дополнительных «зеленых» рабочих мест;  |
|  | создание условий для привлечения капитала на рынок экологических товаров и услуг;      |
|  | формирование новых инновационных отраслей экономики, обладающих потенциалом роста ВВП. |

*Рис. 3. Направления деятельности развития экологического движения*

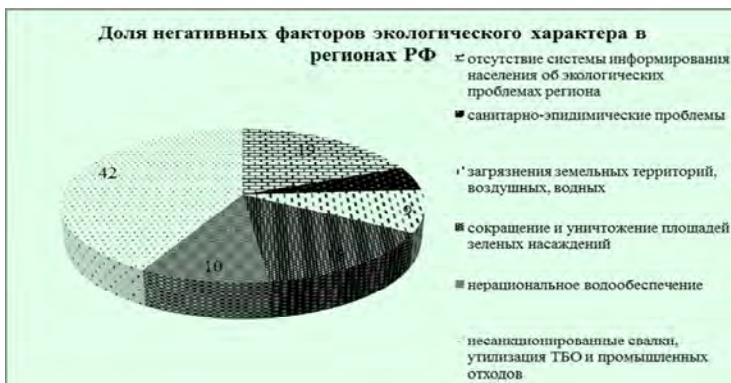
Такой вид деятельности как планирование рационального использования природных ресурсов является наиболее заметным в плане активной практики в рамках «зеленой» политики. Он осуществляется государством на основе данных мониторинга среды, землеустройства и др. путем разработки и реализации целевых программ, как на уровне Российской Федерации, так и на уровне ее субъектов и муниципальных образований.

Единая цель национальной программы рационального использования природных ресурсов заключается в выработке и

принятии методики мероприятий по охране окружающей среды на базе прогнозных оценок и мониторинга состояния природной среды (страны, города, региона, округа, края и т.д.) для обеспечения экологической безопасности, сохранения жизни населения, способности экосистем к восстановлению.[3] В основной Программе предусмотрено плановое решение одного из ключевых вопросов экологии – привлечения инвестиций. И в качестве нормативно-правовой базы программа предусматривает разработку актов по:

- определению механизмов эколого-экономической оценки функционирования предприятий;
- ограничению строительства промышленных, химических и др. предприятий, которые негативно влияют на природную среду;
- внесению взносов в экологические фонды;
- резервированию природных территорий для последующего отнесения в природно-заповедный фонд;
- и другие.

Важным является тот факт, что в программе отражены факторы, присутствующие в различных регионах РФ, которые оказывают негативное влияние на их природную среду и на качество жизни населения. Анализ этих факторов показал, что особенно существенной проблемой в наших регионах являются наличие несанкционированных свалок, на втором месте стоят проблемы с информированностью граждан об экологических проблемах региона и с сокращением площадей зеленых насаждений (рис. 4).



*Рис. 4. Анализ факторов негативно сказывающихся на экологию регионов РФ*

Итогом реализации программы рационального использования



природных ресурсов должна быть единая региональная система оценки и прогноза экологических процессов и система информирования населения, привлекаемого к решению экологических проблем, а ожидаемые положительные результаты программы - создание условий для восстановления природных ресурсов, сохранение видового разнообразия животного и растительного мира, прекращение деградации природных экосистем.

Россия пока еще во-многом отстает от западных стран в плане экологического воспитания и деятельности, но последние годы наблюдается значительная активность отечественного «зеленого» движения. Сейчас мы находимся на рубеже второго и третьего этапа его эволюции. Для полноценного вступления в новый этап изменения должны касаться не только политической деятельности, происходить в экономической и социальной сферах, но и внутреннее развитие человеческого сознания должно подвергнуться экологической трансформации. Для этого необходимо подвигать, стимулировать у населения новые правила экологического поведения в повседневной экономической жизни.

**Библиографический список:**

1. Мамедов Н.М., Суравегина И.Т., Глазачев С.Н. Основы общей экологии. Федеральный учебник. – М.: МДС, 1998
2. Константинов В.М. Экологические основы природопользования. Учебное пособие. – М.: Академия, 2006.
3. Смирнов В.Г. Принципы рационального природопользования // Экология в сознании. – Хабаровск: 2000. – 103 с.
4. Глушенкова Е.И. Политическая активность экологических неправительственных организаций (экоНПО) в экологической политике России // Русская политология. – М.: 2017. – 27 с.



УДК 553.045

## ГАЗОВЫЕ ИННОВАЦИИ СЕЙЧАС И В БУДУЩЕМ - МИРОВОЙ ОПЫТ

**Ковалева А.Р.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*На сегодняшний день мы переживаем времена максимального спроса на такое природное ископаемое как газ. Природный газ труднее эксплуатировать и транспортировать, чем нефть, но он обладает некоторыми*

*особенностями, в частности его чистотой и эффективностью, которые делают его уникальным источником энергии. Ожидается, что в ближайшие десятилетия увеличится как его общий спрос, так и его доля в мировом потреблении первичной энергии. Похоже, что природный газ скоро не исчезнет, напротив, его значимость значительно возрастет по всему миру.*

В сегодняшней Ирландии, как и в большинстве стран Европы, большинство людей просто «щелкают переключателем» для мгновенного нагрева дома или квартиры! Внедрение в систему отопления топлива, такого как природный газ, после использования на протяжении долгого времени торфа, резко изменило то, как потребители приобретают тепло и уровень их комфорта (в том числе улучшает качество воздуха), часто в конкурентной борьбе.

С точки зрения потребителя, два опыта, очень отличаются друг от друга, но за кулисами происходят те же четыре этапа. В обоих случаях нужен доступ к источнику энергии, способ транспортировки и хранения энергии до тех пор, пока не понадобится, средство для преобразования накопленной энергии в тепло и, наконец, способность контролировать температуру.

Физика диктует, что эти четыре этапа будут оставаться основополагающими для отопления дома. Однако ожидается, что потребность в нагревании домов при производстве меньших выбросов парниковых газов (ПГ) приведет к инновациям во всех четырех областях.

Газовая промышленность постоянно изучает, как она может способствовать этой проблеме, а также отвечает ожиданиям потребителей относительно доступного отопления и высокого качества обслуживания клиентов. Недавние инновации в газе принесли много преимуществ; взгляд в будущее открывает еще больше возможностей.

#### *Газ как источник энергии.*

Природный газ обеспечивает почти половину домашнего отопления в Европе, причем 55% спроса удовлетворяется за счет предложения, поставляемого от России. Для большинства государств-членов Европейского союза (ЕС) наличие разнообразной сети поставщиков газа способствует национальной энергетической безопасности. Eurogas твердо убеждена в том, что улучшенная реализация рынка - при поддержке трансграничной инфраструктуры и регионального, кооперативного подхода - предлагает наиболее эффективный способ повышения безопасности поставок.

Возобновляемый газ в виде биогаза начинает вносить свой вклад в разнообразие поставок. В 2013 году было произведено 15 млрд. кубометров газа, при этом было поставлено достаточное количе-



ство газа для отопления примерно 4,5 млн. домашних хозяйств. Ожидается, что продолжение инноваций улучшит средства производства и эффективность производства.

#### *Транспортировка и хранение энергии.*

Способность поставлять газ, по мере необходимости, очень важна для удовлетворения потребностей в отоплении: типичное северное европейское домохозяйство потребует более чем в восемь раз больше тепла в январе, чем в августе. Имея более 2,2 миллиона километров трубопроводов, в Европе имеется обширная сеть для доставки газа в дом. Кроме того, около 150 объектов могут хранить около 97 млрд м<sup>2</sup> газа, обеспечивая при этом около 20% годового спроса.

Все чаще газ используется с другими энергоносителями, еще одно новшество, которое приносит пользу потребителям. Например, технология Power-to-Gas (P2G) преобразует электроэнергию, вырабатываемую возобновляемыми источниками энергии в газ, которая может храниться в течение гораздо более продолжительных периодов (например, сезонно, а не несколько часов или дней). P2G может предложить долгосрочное решение использовать прерывистую возобновляемую энергию для отопления домов. Несколько членов Eurogas инвестируют в P2G и развивают его технологическое развитие. Например, недавняя установка в Германии имеет впечатляющую эффективность системы на 86% с рекуперацией тепла.

#### *Преобразование энергии в тепло*

Эффективность отопительных приборов, то есть скорость, с которой они преобразуют энергоснабжение (газ) в «энергосервис» (тепло), влияет на стоимость тепла и выбросы парниковых газов, создаваемые при конверсии, поскольку низкая эффективность требуется больше энергии для преобразования в требуемый комфорт. Примерно 85% европейских домохозяйств используют старые, неэффективные котлы.

Переход на эффективные конденсационные котлы повышает энергоэффективность, в некоторых случаях более чем на 20%. Хотя это требует дополнительных инвестиций, замена старых котлов имеет финансовый смысл. Более высокая эффективность также помогает достигать национальных и европейских целей по сокращению спроса на энергию и связанных с ней выбросов.

Газовые тепловые насосы, которые захватывают возобновляемое тепло из воздуха, земли или грунтовых вод, достигают эффективности преобразования до 165%. Комбинированные теплоэнергетические установки (ТЭЦ), которые производят как отопление, так и элек-

троэнергию, теперь доступны в меньших единицах, подходящих для индивидуальных домов.

Появляющаяся тенденция состоит в том, чтобы установить полные системы отопления и охлаждения в домах, которые позволяют различным энергоносителям работать вместе для удовлетворения потребностей потребителя. Такая система может сочетаться, например, с газоконденсатным котлом и солнечными тепловыми панелями или с гибридной установкой газоконденсатного котла с электрическим тепловым насосом.

#### *Контроль тепла*

В то время как каждый из вышеперечисленных шагов демонстрирует существенный потенциал для уменьшения объема энергии, которая должна быть сгенерирована, сохранена и преобразована для обеспечения теплового комфорта, инновации в управлении отоплением могут пойти еще дальше. Все чаще приборы и технологии соединяются таким образом, что они объединяют газ в «умные» энергетические системы. Например, клиенты могут дистанционно управлять своим домашним отоплением, используя приложения на своих смартфонах.

#### *Умная газовая сетка*

Учитывая, что все эти нововведения произошли только в одном поколении, можно с уверенностью предположить, что в настоящее время происходят более драматические изменения. Eurogas поможет обеспечить, чтобы газовая промышленность продолжала развиваться, чтобы удовлетворить как потребительские потребности, так и экологические проблемы, а также сотрудничать во всех секторах энергетики для создания более разумных энергетических систем - как показано в концепции Eurogas в отношении разумной газовой сети.



УДК: 332.37

## **ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАСТБИЩ**

**Бектурганова А., Молжигитова Д.**

*Казахский национальный аграрный университет, г. Алма-Ата,  
Республика Казахстан*

*Аннотация: в статье рассмотрено современное состояние естественных пастбищ в Казахстане. Выявлено, в современной флоре республики на-*



*считывается 68 видов древесных пород, 699 видов кустарников, полукустарников и полукустарничков, 5 598 видов многолетних и 849 однолетних трав. В лесостепной и степной природных зонах находится 19 % кормовых угодий, в полупустынной – 10 %, в пустынной – 37 %, на мелкосопочнике – 18 %, на предгорных равнинах – 10 %, в горах – 6 %.*

*Определена необходимость рационального использования естественных пастбищ и мониторинг их продуктивности.*

## **Введение**

Правильное решение проблемы обводнения огромных пастбищных угодий в условиях Казахстана имеет первостепенное значение. В этих целях необходимо изучение современного состояния обводнения пастбищ и путей его улучшения, водных ресурсов и их использования с учетом других природно-экономических условий. Для перспективного планирования и разработки конкретных практических мероприятий по обводнению пастбищ в стране важно знать не только наличие и размещение водных ресурсов, но и районирование пастбищных территорий по условиям обводнения.

Казахстан занимает пятое место в мире по площади пастбищ, которые составляют 70 процентов территории республики, или 188 миллионов гектар. Однако этот земельный фонд сегодня используется неэффективно и находится под угрозой.

Казахстан, благодаря географическому положению в центре континента Евразии и уникальному сочетанию природных комплексов степей, пустынь, гор, крупных внутриконтинентальных водоемов с впадающими в них реками и обширными дельтами характеризуется большим разнообразием экосистем и соответствующим им типам растительности. В Казахстане представлен полный спектр подзональных вариантов растительности степей, полупустынь, пустынь и горных поясов, характерных для Центральной Азии

В современной флоре республики насчитывается 68 видов древесных пород, 699 видов кустарников, полукустарников и полукустарничков, 5 598 видов многолетних и 849 однолетних трав.

В лесостепной и степной природных зонах находится 19 % кормовых угодий, в полупустынной – 10 %, в пустынной – 37 %, на мелкосопочнике – 18 %, на предгорных равнинах – 10 %, в горах – 6 %.

Распределение растительного покрова на равнинах подчинено закону широтной зональности, что обуславливает последовательную смену 3–х зональных типов экосистем: лесостепных, степных и пустынных.

По культуротехническому состоянию 111,2 млн. га (61,6 %) пастбищ являются чистыми. Улучшенных числится 5,9 млн. га (3,2 %),

закустаренных – 19,0 млн. га (10,5 %), закокчаренных – 1,6 млн. га (0,9 %), залесенных – 3,2 млн. га (1,8 %), закамененных – 4,7 млн. га (2,6 %), затырсованных – 7,7 млн. га (4,2 %), сбитых – 27,1 млн. га (15,0 %).

Наибольшие площади закустаренных пастбищ расположены в горных регионах республики и песках: в Восточно-Казахстанской области – 4,6 млн. га, Карагандинской – 3,1 млн. га, Кызылординской – 2,2 млн. га, Алматинской – 1,9 млн. га, Жамбылской – 1,8 млн. га.

В горах пастбища закустарены, в основном, таволгой, караганой, жимолостью, шиповником, в песках – жузгуном, акацией, саксаулом белым.

Залесенные пастбища находятся, в основном, в Кызылординской (902,5 тыс. га), Алматинской (695,3 тыс. га), Южно-Казахстанской (529,6 тыс. га), Жамбылской (348,4 тыс. га), Восточно-Казахстанской (130,1 тыс. га) областях. Большая часть залесенных пастбищ расположена в песках, где в эту категорию отнесены пастбища с саксаулом черным, значительно меньше их площадь в горах и на равнине, где залесены осиной, березой.

Закамененные пастбища встречаются на значительной территории Восточно-Казахстанской (1,6 млн. га), Акмолинской (1,3 млн. га), Карагандинской (0,6 млн. га) областей.

Площади закокчаренных пастбищ в целом по республике невелики, основная часть их расположена в Карагандинской (359,8 тыс. га) и Костанайской (358,4 тыс. га) областях.

В категорию затырсованных пастбищ отнесены пастбища с наличием в травостое ковылей–волосатиков (тырса и тырси́к), которые во время плодоношения опасны для овец и коз. Затырсованные пастбища в наибольшем количестве встречаются в Карагандинской (2,2 млн. га), Актюбинской (1,4 млн. га), Павлодарской (1,1 млн. га) областях.

Всего пастбищ, сбитых в средней и сильной степени, в республике числится 27,1 млн. га. Наибольшие площади сбитых пастбищ числятся в Атырауской (4,1 млн. га), Актюбинской (3,9 млн. га), Алматинской (3,0 млн. га), Западно-Казахстанской (2,5 млн. га), Кызылординской (2,0 млн. га), Акмолинской (1,9 млн. га) областях.

Руководствуясь существующими правилами и данными местных исполнительных органов разработаны планы проектапастбищеоборота района. План принят с учетом сведений о состоянии геоботанического обследования пастбищ, сведений о ветеринарно-санитарных объектах, данных о численности поголовья сельскохозяйственных животных с указанием их владельцев-пастбищепользователей, физических и (или) юридических лиц, данных о количестве гуртов, отар, та-



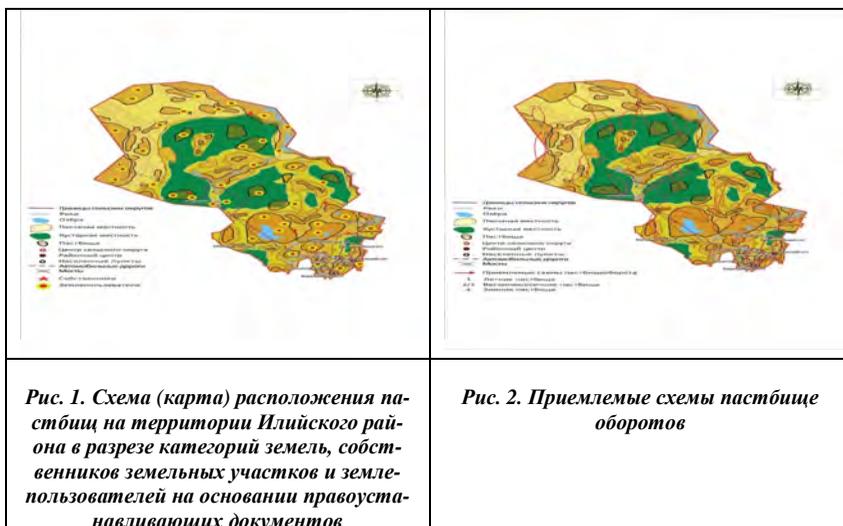
бунов, сформированных по видам и половозрастным группам сельскохозяйственных животных, сведений о формировании поголовья сельскохозяйственных животных для выпаса на отгонных пастбищах, особенностей выпаса сельскохозяйственных животных на культурных и аридных пастбищах.

Административно-территориальное деление района состоит из 10 сельских округов, 32 сельских населенных пунктов.

Общая площадь земель Илийского района – 779,6 тысяч гектаров, из них пастбищные земли – 478,9 тысяч гектаров, в том числе сенокосы – 26,5 тысяч гектаров.

Климат района континентальный. Годовое количество атмосферных осадков на равнинной территории 300-310 мм. Средние температуры января -10-15°C, июля +20+25°C.

Почвы светлослоистые, на юге встречается солончаковые земли. Толщина плодородной почвы 40-50 см. Растительный покров района включает примерно 214 видов. Самые распространенные из них зерновые и кустарниковые травы. Фонд кормов пастбищ используется в пастбищный период продолжительностью 200-210 дней. В Илийском районе действуют 44 ветеринарно-санитарных объектов, из них: 4 скотомогильников, 8 сибирских очагов, 11 ветеринарных пунктов, 11 мест для обработки животных, 10 пунктов осеменения крупного рогатого скота.



В зональном аспекте разрушение пастбищных экосистем в большей мере наблюдается в равнинной части, где находится более 95 % всех сбитых пастбищ, в том числе в пустынной и полупустынной зонах – 16,1 млн. га или 59,4 % от их площади. Сбитость пастбищ является основным следствием изменяющихся экологических условий и нерациональной хозяйственной деятельности человека. Она проявляется в выпадении из травостоя ценных кормовых видов растений и замещением их сорными, непоедаемыми и однолетними видами.

Смена многолетних видов растений однолетними приводит не только к уменьшению средней урожайности пастбищ, но и к узкосезонной направленности их использования. Модификационные растительные сообщества являются неустойчивыми, в них идет процесс видозамещения, а урожайность в большой степени зависит от метеорологических условий и колеблется по годам и сезонам в более широких пределах.

**Таблица -1**  
**Календарный график по использованию пастбищ, устанавливающий сезонные маршруты выпаса и передвижения животных**

| Годы | Сроки перегона скота на пастбища и возврата скота из пастбищ |                   |                   |                   |
|------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
|      | Весна  | Лето              | Осень             | Зима              |
| 2018 | I декада марта   | II декада мая     | II декада октября | III декада ноября |
|      | II декада мая  | II декада октября | III декада ноября | I декада марта    |
| 2019 | I декада марта   | II декада мая     | II декада октября | III декада ноября |
|      | II декада мая  | II декада октября | III декада ноября | I декада марта    |

По характеру сбитости пастбища подразделяются на три категории: 1 – с вторичной растительностью, 2 – засоренные непоедаемыми и ядовитыми растениями, 3 – тропы, сбойны, скотосбой

Пастбищ с вторичной растительностью (1-категория) числится 18,3 млн. га (67 % всех сбитых пастбищ). Наибольшие площади их находятся в Атырауской –

3,1 млн. га, Актюбинской – 3,0 млн. га, Алматинской – 2,2 млн. га, Западно-Казахстанской – 1,8 млн. га, Кызылординской – 1,2 млн. га областях.

К пастбищам с вторичной растительностью относятся участки, травостой которых сбиты до состояния однолетнесолянковых и эфемерных сообществ. Они занимают площадь 8,9 млн. га и распростра-



нены, в основном, в полупустынной и пустынной зонах. В травостое этих пастбищ, в основном, присутствуют поедаемые однолетние солянки (эбелек, торгайота и др.) или эфемеры и эфемероиды (мятлик луковичный, рожь дикая и др.). Урожайность у них понижена на 40-50 % и ограничен сезон использования. Эти пастбища подразделяются на среднесбитые площадью 5,4 млн. га (Актюбинская - 1,5 млн. га, Кызылординская - 0,7 млн. га, Южно-Казахстанская - 0,6 млн. га области) и сильносбитые, площадью 3,5 млн. га (Атырауская - 0,8 млн. га, Алматинская и Южно-Казахстанская - по 0,7 млн. га области).

В категорию пастбищ с вторичной растительностью отнесены травостои с преобладанием прочих поедаемых (полностью или частично) видов растений, которые являются показателями сбоя (курунное просо, эфедра, горец птичий и др.). Эти пастбища распространены на площади 2,2 млн. га, из них среднесбитые – 1,5 млн. га, сильносбитые – 0,7 млн. га. В основном, эта категория пастбищ распространена на территории Акмолинской области – 0,8 млн. га.

Ко второй категории сбитых пастбищ (8,1 млн. га – 30 %) относятся травостои, засоренные непоедаемыми (бузульник, касатки, конопля сорная и др.) и ядовитыми (борцы, брунцы, гармала и др.) видами растений. В свою очередь, засоренные непоедаемыми растениями и засоренные ядовитыми растениями травостои подразделяются на средне- и сильнозасоренные. Засоренные непоедаемыми видами растений пастбища распространены на площади 3,3 млн. га (средне – 1,6 млн. га, сильно – 1,7 млн. га), в основном, Костанайская (1,0 млн. га), Кызылординская (0,4 млн. га) и Жамбылская (0,4 млн. га) области.

Ядовитыми растениями засорены 4,7 млн. га пастбищ (средне – 3,1 млн. га, сильно – 1,6 млн. га). Наибольшие их площади находятся в Мангистауской и Атырауской (по 0,9 млн. га), а также Актюбинской (0,8 млн. га) областях.

К третьей категории сбитых пастбищ относятся территории с отсутствием на них растительного покрова и скотосбой (временная пастбищная неудобь). Это крайняя стадия сбоя, которая выявлена на площади 0,8 млн. га или 3 %. Наибольшие их площади отмечены в Жамбылской и Алматинской областях (соответственно 240 и 172,4 тыс. га).

Деградация пастбищ происходит в том случае, когда антропогенный фактор воздействия на них превысил порог способности к самовосстановлению. Нарушенные экосистемы необходимо восстанавливать путем проведения мероприятий по улучшению этих угодий (подсев трав или перезалужение с посевом многолетних трав, введение пастбищеоборотов и т. д.).

Для районов, обводняемых реками, озерами, родниками и шахтными колодцами, можно рекомендовать совершенно другие мероприятия, чем для районов, обводняемых из буровых скважин.

При проектировании обводнительных мероприятий и реконструкции существующих водных источников необходимо установить расчетные нормативы обводнения на основе результатов исследований и разработать метод расчета по оптимальному размещению источников обводнения с учетом зоны обслуживания по территории пастбищ.

**Выводы.** Проблемы обводнения огромных пастбищных территорий также тесно связаны с такими вопросами, как механизация водоподъема, налаживание службы эксплуатации, защита сооружений от сезонной и многолетней мерзлоты и экономическая эффективность этих мероприятий.

Подавляющее большинство шахтных колодцев в степных и пустынных районах имеет небольшой дебит, поэтому они эксплуатируются в условиях периодического режима. Отсюда вытекает актуальность исследования режима работы шахтных колодцев в условиях периодического отбора воды на пастбищах для водопоя животных.

**Методика.** Отбор проб травостоя с пастбищ производили непосредственно перед выпасом животных, выделяя 10 участков Илском районе Алматинской области в площадью 1 м<sup>2</sup> расположенных по диагонали.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

Требования, предъявляемые при рациональном использовании пастбищ. Для правильного использования пастбищ требуется: 1) стравливать растения в состоянии, обеспечивающем получение от животных высокой продукции; 2) прокормить возможно больше животных; 3) сохранить урожай пастбища и хороший кормовой состав его растений на высоком уровне в течение всех лет использования пастбища и в то же время создать условия для дальнейшего повышения его урожайности.

Рациональное использование пастбища складывается из следующих обязательных элементов: 1) установления оптимальной высоты, сроков и кратности использования; 2) выбора способов использования в течение одного пастбищного сезона и по годам; 3) установления техники стравливания травы; 4) оборудования пастбищной территории, комплектования стада, выбора распорядка пастбищного дня; 5) текущего ухода за пастбищем.

#### **Библиографический список:**

1. Сводный аналитический отчет о состоянии земельных ресурсов РК за 2017 г.



2. Анисимова, Е.И. Естественные пастбища и их ботанический состав / Е.И. Анисимова, Е.Р. Гостева, Н.Н. Козлова // *Аграрная наука*. – 2015.- № 9. С. 8-9.

3. А.А. Тореханов, И.И. Алимаев *Природные и сеяные пастбища Казахстана*. – Алматы: Гылым, 2006 год. 7-13 стр



УДК

## **АЛГОРИТМ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Иватанова Н.П., Копылов А.Б.**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Разработан алгоритм, представленный этапами, последовательное выполнение которых позволит принять научно обоснованное решение по выбору направлений социально-экономического и экологического развития муниципальных образований (МО).*

*Ключевые слова: муниципальные образования, принятие решения, самообеспеченность, нормативы жизнеобеспеченности.*

Изучая проблемы достижения и поддержания сбалансированности основных показателей социально-эколого-экономического развития МО, нельзя оставить без внимания взаимодействие, взаимное влияние участников всего этого процесса, осуществляется в каждом конкретном случае по-разному. Именно наличие этого взаимодействия означает, что муниципальное образование – сложная кибернетическая социально-эколого-экономическая система, организм, а не совокупность автономных образований.

Исходя из вышесказанного, был разработан алгоритм для достижения и поддержания сбалансированности развития муниципально-образований. представленный пятью основными этапами.

I этап. Анализ основных проблем социально-экономического и экологического развития МО района.

Реализация данного этапа осуществляется посредством SWOT-анализа, представляющего собой разработку стратегии повышения уровня социально-экономического развития МО на основе исследования сильных и слабых сторон развития, на которые может воздействовать субъект управления, а также анализ возможных внешних положительных и отрицательных влияний, воздействовать на которые субъект

управления не в силах, но способен учесть их при формировании стратегии развития.

II этап. Оценка социально-экономического и экологического потенциала МО и рост влияния его составляющих на рост ВМП.

Экономический потенциал характеризуется потенциальными резервами, возможностями МО при задействовании всего комплекса ресурсов, имеющихся на территории, использовании особенностей его структуры, географического положения, социально-институциональных факторов.

Показателями, характеризующими состояние экономического потенциала МО, для которых введем следующие обозначения:

$Y_{\text{пр}}$  – индекс природного потенциала

$Y_{\text{произ}}$  – индекс производственного потенциала

$Y_{\text{тр}}$  – индекс трудового потенциала

$Y_{\text{ф}}$  – индекс финансового потенциала

$Y_{\text{нт}}$  – индекс научно-технического потенциала

$Y_{\text{и}}$  – индекс инфраструктурного потенциала

Каждый из вышеперечисленных индексов включает в себя определенный набор показателей социально-экономического развития МО.

Большой интерес представляет анализ изменения потенциалов в динамике. Для этого введем показатель темпа роста потенциала:

$$TP^V = \frac{\sum_{j=1}^n KP_j}{n},$$

где  $KP_j$  – коэффициент различия  $j$ -го показателя социально-экономического и экологического развития, входящего в индекс потенциала МО.

$KP$  находится из соотношения:

1) если при увеличении значения  $j$ -го показателя уровень развития МО возрастает, то:

$$KP = \frac{d_t}{d_{t-1}},$$

где  $d_t$  – значение показателя социально-экономического развития МО, входящего в индекс потенциала в отчетном периоде;  $d_{t-1}$  – значение показателя социально-экономического развития МО, входящего в индекс соответствующего потенциала в базовом периоде.



2) если при увеличении значения  $j$ -го показателя уровень развития МО уменьшается, то:

$$KP = \frac{d_{t-1}}{d_t}$$

где  $j$  – количество показателей социально-экономического развития, входящих в состав индекса потенциала, 1..n. На основе корреляционно-регрессионного анализа определяется зависимость темпов роста ВМП и темпов роста каждого из индексов потенциала.

Для оценки влияния каждого из индексов потенциала на рост ВМП воспользуемся коэффициентом силы роста (СР), который показывает изменение темпа роста ВМП при изменении темпа роста индекса потенциала на 1%.

III этап. Определение функций, выполняемых субъектом управления и направленных на достижение самообеспеченности МО.

В ведении МО находятся вопросы местного значения, а также отдельные государственные полномочия, которыми могут наделяться органы местного самоуправления. Для осуществления эффективного самоуправления субъект управления, используя факторы производства, выполняет определенные функции, способствующие развитию объекта управления, т.е. муниципального образования и достижению его самообеспеченности.

Классификация выполняемых функций приведена в таблице 1.

IV этап. Определение приоритетных направлений выполняемых функций.

В условиях ограниченности ресурсов, используемых субъектом управления при выполнении своих функций, огромную значимость приобретает проблема определения приоритетности выполняемых функций и их значимость по отношению к экономическому росту МО. Целью данного этапа является разработка методики определения приоритетности выполняемых функций для расчета основных пропорций расходования ограниченных финансовых ресурсов, используемых субъектом управления при выполнении функций, возложенных на него.

Определение приоритетности функций позволит субъекту управления сконцентрировать ограниченные финансовые ресурсы таким образом, что пропорция распределения их по выполняемым функциям даст максимальный положительный эффект.

Для достижения поставленной цели необходимо решить две взаимосвязанные задачи:

1. Сформировать необходимую иерархию целей.

2. Оценить приоритетность каждого направления расходования ограниченных финансовых ресурсов на выполнение возложенных на муниципальное образование функций.

**Таблица 1**

**Функциональная структура МО**

| Выполняемые функции                   | Состав подфункций в группе   | Характеристика подфункций  | Формы организации и исполнения подфункций  |
|---------------------------------------|--|--|--|
| 1. Функции материальной сферы         | Платные услуги населению; оптовая и розничная торговля; общественное питание; местная промышленность; жилищное строительство.  | Частные функции, конкурентоспособные функции, товарная форма исполнения                                  | Муниципальные унитарные предприятия, акционерные общества  |
| 2. Функции сферы жизнеобеспечения     | Экологические и природные условия; жилищное хозяйство; коммунальное хозяйство; инженерно-техническое обеспечение городского хозяйства; благоустройство и уборка территории; местное самоуправление | Сопутствующие функции, общественный и обезличенный характер выполнения, низкая конкурентоспособность     | Муниципальные унитарные предприятия, муниципальные конкурсы и заказы, обязательное регулирование цен и тарифов |
| 3. Функции социально-культурной сферы | Социальная политика; образование и СМИ; медицина и здравоохранение; культура и искусство, физкультура и спорт  | Невещный характер исполнения; общественный характер получения, индивидуальный выбор                      | Муниципальные организации и учреждения, государственные организации и учреждения                               |
| 4. Функции обеспечения безопасности   | Охрана порядка; экологическая безопасность; правовая защита и юридическая помощь населения; предупреждение и ликвидация ЧС   | Общественные блага в чистом виде   | Муниципальные и государственные организации и учреждения, некоммерческие организации                           |
| 5. Транспортные функции               | Городской и пригородный транспорт; дорожно-мостовое хозяйство; связь и информатизация  | Частно-общественный характер потребления, индивидуальный выбор, ограниченная конкурентоспособность услуг | Муниципальные унитарные предприятия, акционерные общества, частные предприниматели                             |



Достижение самообеспеченности МО возможно лишь при увеличении реального ВМП. Субъект управления, выполняя возложенные на него функции, должен обеспечить рост основных показателей социально-экономического развития МО, что в свою очередь приведет к достижению поставленной цели. Оценка приоритетности выполняемых функций осуществляется при помощи метода анализа иерархии, который предусматривает последовательную декомпозицию обобщенной целевой функции на ее более простые критериальные составляющие. В результате после проведения всех расчетов будут получены оценки приоритетности выполняемых функций и тем самым определены направления расходования ограниченных финансовых ресурсов.

У этап. Разработка имитационной модели сбалансированности основных показателей социально-экономического и экологического развития МО как основы достижения самообеспеченности.

Целью данного этапа является описание имитационного комплекса моделей экономики МО для проведения экспериментов по изучению влияния некоторых хозяйственных мероприятий на функционирование и развитие хозяйственной системы МО. Изменяя один или несколько параметров управления, субъект управления выводит информацию, характеризующую различные стороны функционирования экономики МО. Разработанная модель относится к классу моделей управляемых динамических систем. Состояние экономики в каждый момент времени характеризуется вектором  $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  либо элементом некоторого множества  $x_0$ , которое называется пространством состояний. Изменение составляет  $x$  во времени называется управляемым процессом, если этим изменением можно управлять. При этом под динамической траекторией будем понимать последовательность состояний при  $t=1, 2, \dots, T$ .

Управляемые процессы принято описывать путем указания закономерности перехода от предыдущего состояния  $x(t)$  к последующему состоянию  $x(t+1)$  на каждом шаге в зависимости от управляющего параметра, который характеризуется некоторым вектором  $U=(U_1, U_2, \dots, U_m)$  либо, в общем случае, элементом множества  $U_0$ , называемого множеством управления. В более общем плане на этот переход, кроме управления, могут оказывать влияние также и другие факторы, которые не поддаются управлению и статистическому описанию. Их также можно характеризовать некоторым вектором или элементом множества другой природы, который обычно называется возмущением.

С точки зрения решения задач достижения и поддержания сбалансированности более оправдано моделирование процесса принятия решений в динамической системе, состоящей из различных субъектов, каждый из которых имеет возможность оказывать влияние на систему в целом, изменять характер ее движения в своих собственных интересах. В общем случае цели субъектов (или исполнителей, представляющих интересы различных элементов системы) не совпадают как между собой, так и с целью системы в целом.

В заключение следует отметить роль и значение существующих (утвержденных и действующих) нормативов жизнеобеспеченности населения. Большинство из них закреплены в Конституции, различных Кодексах, СНИПах и других нормативно-правовых документах. Именно их соблюдение лежит в основе всех стратегий и программ развития регионов и муниципальных образований. Обеспечение и соблюдение нормативов жизнеобеспеченности населения – первый и главный этап достижения эффективного муниципального самоуправления.



УДК

## **ГЕНЗИС ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ И МУНИЦИПАЛИТЕТОВ**

**Басова И.А., Иватанова Н.П., Копылов А.Б.**  
*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Аннотация. Рассматриваются этапы развития земельно-оценочных работ в различные периоды развития государства, выявляются недостатки и проблемы земельно-оценочных работ для регулирования имущественно-земельных отношений и управления земельными ресурсами. На первое место нужно поставить затянувшееся на долгие годы создание таких структур, как Земельный банк, Земельный залоговый фонд, Фонд страхования рисков недобросовестных сделок с земельно-недвижимыми объектами, причем не только залога, но и сдачи в аренду, внесения в качестве пая в уставной капитал совместных предприятий, наконец, страхования от недобросовестных сделок с землей - в «пакете» этих задач*

*Ключевые слова: земельно-оценочные работы, рекультивация, рента, жизнеобеспеченность территории.*



Земля – самый ценный ресурс, являющийся одновременно фактором и средством производства, компонентом окружающей среды, обеспечивающим человечество природными богатствами и продуктами питания. Уникальность земельных ресурсов связана с:

- ее неподвижностью, что позволило отнести ее к объектам недвижимости;
- ограниченностью, то есть с фиксированной величиной предложения на рынке недвижимости;
- технико-технологической возможностью воспроизводства: улучшения качества за счет рекультивации, мелиорации, орошения и т.д.

В России с начала 90-х годов происходят значительные изменения в отношении земельных ресурсов и земельно-имущественных отношений. К основным из них следует отнести: земельную реформу; развитие различных форм собственности на землю, в том числе – частной, и закрепление имущественных прав на нее; формирование рынка недвижимости и земли; создание земельных кадастров; создание Федеральной информационной системы ЕГРН.

Развитие теории и практики оценки земель охватывает несколько столетий. Многие экономические вопросы, связанные со становлением региональной экономики, международной торговли и т.д. первоначально были связаны именно с различиями в плодородии земель, с возможностями обмена сельскохозяйственными продуктами между странами, где достигались наименьшие затраты на их производство. При этом оценка земель всегда опиралась на рентные принципы ценообразования, которые учитывали факты ограниченности земельных ресурсов и объективные (природно-климатические, производственные и иные) различия.

Изучение опыта земельно-оценочных работ в России и других странах показало, что их история началась с оценки продуктивности земель – сельскохозяйственных и лесных угодий.

Земельно-оценочные работы в различные периоды развития государства имели важное значение для регулирования имущественно-земельных отношений, управления земельными ресурсами и целыми территориями. Основными показателями при оценке традиционно служили характеристики плодородия земель в зависимости от почвенно-климатических условий, а также местоположение земельных участков. Развитие общества, смена общественно-экономических формаций влекли за собой совершенствование подходов к проведению земельно-оценочных работ, усложнение технологии работ, более детальный учет характеристик земель.

В конце 20 века в России возникла необходимость выполнения массовых земельно-оценочных работ в связи с изменением форм собственности на землю, видов землепользования и самих землепользований, а также законодательного введения платности землепользования. Такие масштабные работы в течение короткого периода времени были проведены.

Главные моменты взаимодействия заказчика и оценщика были законодательно закреплены в 1998 году федеральным законом об оценочной деятельности. Наряду с федеральными и местными законами в систему государственного регулирования оценочной деятельности входят и соответствующие подзаконные акты [5].

Правительством Российской Федерации 25 августа 1999 г. было принято Постановление № 945 «О государственной кадастровой оценке земель», положившее начало проведению работ по государственной кадастровой оценке всех категорий земель на территории Российской Федерации [8]. Результатом государственной кадастровой оценки является кадастровая стоимость земельных участков [7].

Государственная кадастровая оценка земель в Российской Федерации проводится с 1999г. в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 1999 года № 945 “О государственной кадастровой оценке земель”.

Понятие государственной кадастровой оценки, вопросы её проведения, формирование перечня объектов оценки, отбора исполнителя работ, определения кадастровой стоимости, утверждения результатов ГКО определены Федеральным закона от 29 июля 1998 года № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» [5].

Общие правила и положения проведения государственной кадастровой оценки земель устанавливаются Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2000 года № 316 «Об утверждении Правил проведения государственной кадастровой оценки земель».

С 1 марта 2008 года вступил в силу Федеральный закон №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (далее Закон). Согласно ч.1. ст. 1 Закона, он регулирует вопросы в сфере отношений, возникающих при ведении государственного кадастра недвижимости, осуществлении государственного кадастрового учета недвижимого имущества, а также вопросы кадастровой деятельности. В качестве объектов, на которые распространяются нормы Закона, названы земельные участки, здания, сооружения, помещения, объекты незавершенного строительства (ч. 5 ст. 1).



Под кадастровой оценкой понимают совокупность административных, и технических действий по установлению кадастровой стоимости объектов недвижимости в границах административно-территориального образования по оценочным зонам, выполненным на определенную дату [8].

При этом сведения, использованные при проведении государственной кадастровой оценки и сформированные в результате ее проведения, составляют фонд данных государственной кадастровой оценки [6].

Порядок ведения фонда данных государственной кадастровой оценки и предоставления сведений из этого фонда установлены приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 21.02.2011 №53 «Об утверждении порядка ведения фонда данных государственной кадастровой оценки и предоставления сведений из этого фонда».

В 2013 году был создан Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), вобравший в себя сведения кадастра недвижимости и реестра прав, появилась и единая учетно-регистрационная процедура. В это же время Правительство РФ утвердило Целевую программу по развитию единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости, основным направлением развития которой до 2020 года должна стать «..гармонизация сферы земельно-имущественных отношений, базирующаяся на соблюдении баланса интересов, взаимной ответственности и координации усилий государства, бизнеса и общества», что позволит перейти к инновационному, социально ориентированному типу развития России [4].

Следует отметить, что необходимость массовой оценки земель и другой недвижимости с самого начала была обусловлена государственной потребностью в финансовых ресурсах. Основной целью кадастровой оценки земель явилась возможность их налогообложения для регулирования земельных и имущественных отношений экономическими методами.

Именно кадастровая стоимость земельных участков, признаваемых объектом налогообложения в соответствии со статьей 389 Кодекса, определяется как налоговая база [4].

В октябре 2010 года Федеральный стандарт оценки N 4 "Определение кадастровой стоимости объектов недвижимости" (ФСО N 4), совершил ошибку, когда не смог предложить оценщикам содержательное определение понятия "кадастровая стоимость", фактически отождествив его с понятием "рыночная стоимость". В соответствии с этим документом "под кадастровой стоимостью понимается установ-

ленная в процессе государственной кадастровой оценки рыночная стоимость объекта недвижимости, определенная методами массовой оценки, или, при невозможности определения рыночной стоимости методами массовой оценки, рыночная стоимость, определенная индивидуально для конкретного объекта недвижимости в соответствии с законодательством об оценочной деятельности". Одновременно соответствующие изменения были внесены и в ФСО N 2 «Цель оценки и виды стоимости».

При этом использовалось несколько допущений:

- кадастровая стоимость определяется как для объектов недвижимости, присутствующих на открытом рынке, так и для объектов недвижимости, рынок которых ограничен или отсутствует, то есть участие в рыночном товарообороте для земельных участков не требуется;
- при использовании методов массовой оценки не учитываются виды прав и ограничений (обременений) на объекты оценки, за исключением сервитутов (установленных законом), не учитываются показатели жизнеобеспеченности территории и рентного дохода, получаемого предпринимателями от использования земельных участков для бизнеса.

В результате стоимость земельных участков определяется не достаточно корректно. Об этом свидетельствует растущее количество обращений в судебные инстанции. И, главное, это влечет за собой не объективное налогообложение, а, следовательно, не способствует развитию социально ориентированного, инновационного типа развития экономики регионов.

Многие ученые и специалисты отмечают, что в настоящее время существуют определенные сложности, связанные с отсутствием конкретизации общеизвестных подходов и методов к оценке, отражающих специфику объектов оценки, присутствует недостаток рыночной информации о земельных участках. Последствием «нерационального» кадастрового деления, отмечают многие из ученых, являются погрешности кадастровой оценки, приводящие к результатам, отличающимся от реальной рыночной стоимости, и как следствие – к несправедливому налогообложению.

В связи с этим, актуальной научной задачей, имеющей важное практическое значение для развития земельно-имущественных отношений в России, является дальнейшее совершенствование подходов к определению стоимости земельных участков.

Разработка рекомендаций, направленных на совершенствование подходов к определению стоимости земельных участков с учетом современных условий рыночного товарооборота земель и требований



обеспечения перехода к новому типу социально-экономического развития, должна осуществляться по мере решения следующих задач:

-- выявления проблем некорректной оценки земельных участков;

- обоснования новых критериев, которые необходимо использовать для оценки земельных участков, включающих дифференциальный рентный доход второго вида и коэффициенты жизнеобеспеченности территорий;

- разработки методических подходов, позволяющих классифицировать земельные участки по признакам участия в рыночном товарообороте и функционального использования для уточнения налогооблагаемой базы;

-разработки усовершенствованных подходов к определению стоимости земельных участков с учетом современных условий рыночного товарооборота земель и требований обеспечения перехода к новому типу социально-экономического развития.

Итак, государственная кадастровая оценка земель необходима для создания налоговой базы для исчисления земельного и ряда других имущественных налогов. Оценка проводится одновременно на всей территории Российской Федерации, с использованием единых методических, нормативно-технических документов и программных средств, что дает возможность получить сопоставимые показатели стоимости земель на всей территории страны. В настоящее время кадастровая оценка сильно разнится с рыночной стоимостью, в меньшую сторону для последней. Это показывает несовершенство взаимосвязей системы кадастровой оценки и рыночных механизмов.

В данный момент наиболее существенной и в то же время объективно трудноустранимой на современном этапе причиной проблемного состояния земельного рынка в России выступают большие затраты на освоение земли, неразвитость производственной инфраструктуры в сельской местности, недостаточный объем инвестиций в сельскохозяйственное производство и на восстановление земли. Вместе с тем есть и вполне устранимые причины, сдерживающие становление полноценного земельного рынка. К ним относятся: недостаточная государственная поддержка землевладельцев; недоверие людей к властям и проводимой ими экономической политике; неразвитость системы средне- и долгосрочного кредитования; коррумпированность властей.

Массовая кадастровая и рыночная оценка стоимости земельных участков создает реальные условия для применения рентной концепции их стоимости. Необходимо использовать рентную концепцию

стоимости земельных участков с отражением абсолютной ренты и дифференциальных рентных доходов первого и второго вида.

Совершенствование оценки земельных участков в современных условиях функционирования многоукладной российской экономики должно идти в направлении развития рентной концепции стоимости с учетом показателей жизнеобеспеченности территорий.

В настоящее время преобладают арендные отношения среди всех сделок с землей, но развивающийся рынок, регулируемый государством и подкрепляемый законодательными актами, пытается сделать из этой сферы действительно рынок, с гарантиями и правами. И неуклонный рост цен на землю, дает серьезные основания считать рынок земли наиболее перспективным вложением капитала.

Совершенствование экономических механизмов управления муниципальной территорией. Данное направление включает в себя целый ряд задач. На мой взгляд, совершенствование экономического механизма управления муниципальной территорией заключается, в первую очередь, в оптимизации налоговой политики в части взимания арендных платежей:

- дальнейшая дифференциация арендных платежей с учетом рентного подхода изъятия незаработанных доходов от использования муниципальных земель;

- внедрения понижающих коэффициентов к ставкам аренды в случае предоставления долгосрочной аренды;

- размещение на территории объектов землепользования с целью развития доходной базы муниципалитета при помощи налогов, поступающих от них за счёт их функционирования;

- сближение ставок за аренду муниципального имущества и рыночных ставок арендной платы;

- стимулирование развития малого и среднего бизнеса путем льготной аренды;

- рост эффективности социально-эколого-экономической стратегии развития муниципальной образования и качества уровня жизни населения с целью перехода к сбалансированным показателям стратегического развития муниципальных образований.

Б) Совершенствование организационно-правовых механизмов муниципального управления территорией:

- организация автоматизированного документооборота при предоставлении аренды с целью актуализации механизмов ответственности территориальных органов власти и преодоления серых схем и коррупции;



- публикации и общественное обсуждение ставок аренды для вовлечения местных жителей в механизмы управления территорией МО.

В) Информационное обеспечение:

- совершенствование информационной инфраструктуры системы управления землями муниципальных образований;

- обеспечение полноты реестра объектов муниципального недвижимого имущества;

- развитие системы оказания публичных услуг на основе внедрения «бесбумажных» информационно-коммуникационных технологий.

Г) Совершенствование территориального маркетинга:

- продвижение территории - рекламная и PR-кампании, включая определение адресатов и каналов продвижения информации о привлекательности земельных участков;

- улучшение имиджа территории, ее престижа, деловой и социальной конкурентоспособности.

Д) Совершенствование социальных механизмов:

- проведение регулярного мониторинга с целью определения основных потребностей населения в инфраструктуре, объектах строительства муниципального образования;

- выявление социальных проблем и учёта его результатов при формировании плана стратегического развития муниципальной территории.

Е) Совершенствование механизмов контроля за величиной арендной платы и целевым использованием земель МО:

- организация экспертизы результатов определения арендной платы на основе временных методических рекомендаций и «пилотных» оценок.

Учитывая сложную социально-эколого-экономическую обстановку следует отметить такие направления совершенствования арендной платы в Тульском регионе:

1. Установление поправочных к базовым коэффициентов, отражающих общественную значимость объектов, которые предполагают разместить на участке:

- повышающих - для объектов торговли, особенно табачными изделиями и алкоголем;

- понижающих – для объектов, улучшающих экологическую обстановку – парков, аллей, рекреационных объектов, подземных переходов;

- понижающих – для объектов общественного пользования – детских площадок, музеев, открытых театров и т.д.

2. Введение «арендных каникул», т.е. временной (на 2-3 года) отмены арендной платы для сельскохозяйственного или рекреационного использования муниципальных земель.

В рамках реализации разработанных рекомендаций актуально использование геоинформационных систем (ГИС) в муниципальных органах управления, решающих задачу комплексного подхода к развитию городской территории. В случае использования централизованной муниципальной ГИС, все сотрудники муниципального управления и городских служб имеют возможность получать своевременный и регламентированный доступ к актуальным и объективным данным ГИС, при этом затрачивая гораздо меньшее время на их поиск, анализ и обобщение.

Принципиальное значение в развитии земельного рынка России будет иметь создание соответствующих земельных финансовых инструментов и агрегатов: земельных акций, облигаций, векселей, сертификатов и иных ценных бумаг, обеспечивающих приток реальных инвестиций.

Создание таких структур, как Земельный банк, Земельный залоговый фонд, Фонд страхования рисков недобросовестных сделок с земельно-недвижимыми объектами должно способствовать повышению эффективности землепользования.

### **Выводы**

Неуклонный рост цен на землю, дает серьезные основания считать рынок земли наиболее перспективным вложением капитала. Совершенствование подходов к определению стоимости земельных участков в первую очередь связано с развитием земельного рынка в России и ее регионах.

1. Принципиальное значение в развитии земельного рынка России будет иметь создание соответствующих земельных финансовых инструментов и агрегатов: земельных акций, облигаций, векселей, сертификатов и иных ценных бумаг, обеспечивающих приток реальных инвестиций.

2. В «пакете» этих задач на первое место нужно поставить затянущееся на долгие годы создание таких структур, как Земельный банк, Земельный залоговый фонд, Фонд страхования рисков недобросовестных сделок с земельно-недвижимыми объектами, причем не только залога, но и сдачи в аренду, внесения в качестве пая в уставной капитал совместных предприятий, наконец, страхования от недобросо-



вестных сделок с землей. И все это - с квалифицированным учетом специфики земельного участка.

3. Главной задачей на сегодня является создание полноценной рыночной инфраструктуры, прогнозирования перспектив развития земельного рынка, выявления сегментных и региональных его диспропорций, разработки и осуществления мер регулирования, позволяющих нейтрализовать негативные отклонения в его функционировании.

4. Массовая кадастровая и рыночная оценка стоимости земельных участков создает реальные условия для применения рентной концепции их стоимости. Необходимо использовать рентную концепцию стоимости земельных участков с отражением абсолютной ренты и дифференциальных рентных доходов первого и второго вида.

5. Совершенствование экономического механизма управления муниципальной территории заключается, в первую очередь, в оптимизации налоговой политики в части взимания арендных платежей с учетом рентного подхода изъятия незаработанных доходов от использования муниципальных земель.

**Библиографический список:**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть 1 // Полный сборник кодексов РФ. – М.: Информэкспо, 2006. – 880 с.
2. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25 октября 2001 года N 136-ФЗ.
3. Федеральный закон от 29 июля 1998 года N 135-ФЗ "Об оценочной деятельности в Российской Федерации".
4. Об оценочной деятельности в РФ: Федеральный закон от 29.07.1998г. №135-ФЗ // Верховина А.В. Правовое регулирование оценочной деятельности. – М.: ООО «Российское общество оценщиков», 2005. – 488 с.
5. Об уполномоченном органе по контролю за осуществлением оценочной деятельности в Российской Федерации: Постановление правительства РФ от 20.09.1999г. № 932 // Кодексы и законы Российской Федерации. – СПб.: Весть, 2007. - 988 с.
6. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Требования к отчету об оценке (ФСО №3)»: Приказ Минэкономразвития и торговли Российской Федерации от 20.07.2007г. № 254 // Российская газета. - 2007. - № 3. - С. 5-6.
7. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО №2)»: Приказ Минэкономразвития и торговли Российской Федерации от 20.07.2007г. № 255 // Российская газета. - 2007. - № 3. - С. 7.
8. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы к оценке и требования к проведению оценки (ФСО №1)»: Приказ Минэкономразвития и торговли Российской Федерации от 20.07.2007г. № 256 // Российская газета. - 2007. - № 3.



УДК 332.145 + 338.242

## **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**Жуков Р.А., Васина М.В.**

*Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ,  
г. Тула, Россия*

**Иваганова Н.П.,**

*Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

*Проведен анализ влияния факторов состояния и воздействия на показатели результативности, характеризующие экологическую составляющую для регионов Центрального федерального округа и Тульской области, рассматриваемых как социо-эколого-экономические системы. Построены линейные и мультипликативные модели, охватывающие разные периоды с 2007 по 2016 гг. Выбранные модели были использованы для построения нормативов и траектории устойчивого экологического развития с применением методики, разработанной авторами.*

*Ключевые слова: социо-эколого-экономические региональные системы (СЭЭС), математическая модель, регрессионная модель, социально-экономическое развитие (СЭР), устойчивое развитие.*

Антропогенное воздействие на окружающую среду, которое, так или иначе, связано с деятельностью человека, приводит к потере экологической устойчивости, а ее обеспечение является одной из целей концепции устойчивого развития.

Устойчивое развитие, в современном понимании, определяется как целенаправленное и сбалансированное решение социально-экономических проблем сохранения окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, направленное на удовлетворение потребностей нынешнего и будущих поколений. Для оценки устойчивого развития и, в частности, его экологической составляющей, используются частные и интегральные индикаторы, рекомендованные авторитетными международными организациями, такими, как Научный комитет по проблемам окружающей среды (SCOPE), ЕЕК ООН и ОЭСР, в том числе, в приложении к регионам РФ [1]. Исследователи сталкиваются с трудностями выбора индикаторов оценки, конструирования интегральных индексов, которые показывают уровень устойчивого развития, и при этом не объясняют, что повлияло на достижение такого уровня. Недостаточно ясно, как и каким образом формировать нормативы для индикаторов оценки с учетом особенностей состояния и функционирования объектов и субъектов управления (сложных сис-



тем), а также определять граничные значения факторов состояния (существенные условия) и воздействия (управляемые факторы), при которых эти системы выйдут за пределы заданной (устойчивой) траектории развития.

Изучение влияния социально-экономических факторов состояния и воздействия на изменение окружающей среды является актуальной научной проблемой, решение которой позволит обеспечить экологическую устойчивость социо-эколого-экономических систем (СЭЭС) регионов РФ.

Необходимость перехода от техногенной концепции к концепции устойчивого развития, в основе которой лежит развитый В.И. Вернадским ноосферный подход [2], была осознана в конце 60-х – начале 70-х годов XX века в связи с глобальными экологическими изменениями в результате антропогенного воздействия на окружающую среду, затрагивающими практически все страны мира. В этот период создаются глобальные модели развития цивилизации, среди которых наиболее известными стали модели мировой динамики Дж. Форрестера («Мир-1» и «Мир-2») [3] и их расширение «МИР-3» [4], на базе которых изучались возможные сценарии развития цивилизации. При этом большинство сценариев оказались неблагоприятными и приводили к стагнации экономического роста и истощению ресурсов в недалеком будущем при сохранении тенденций производства и потребления, наблюдавшихся в начале 1970-х годов.

Знаменательным событием в развитии концепции устойчивого развития стала конференция ООН (Рио-де Жанейро, 1992) [5], где была отмечена необходимость разработки соответствующих индикаторов оценки. Базовым документом, ознаменовавшим необходимость перехода к устойчивому развитию Российской Федерации (РФ), стала «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» 1996 года [6]. Дальнейшее развитие концепции было сформулировано в «Декларации тысячелетия ООН» в виде целей устойчивого развития (ЦУР), их обсуждение и уточнение осуществлялось на Конференции ООН (Рио+20, 2012 г. [7] и в настоящее время отражено в Новой повестке дня до 2030 года, принятой в 2015 году ООН [8]. Однако до сих пор идет процесс адаптации мировых индикаторов к российским реалиям с целью возможности идентификации устойчивого развития на государственном и региональном уровнях. При этом адаптация касается как качественного содержания этих индикаторов, так и методики их построения (если они являются интегральными), методам сбора и обработки статистической информации, ограниченность, дос-

товерность доступность и актуальность которой в РФ весьма ограничены

В настоящее время оценка экологической составляющей для регионов РФ определяется, а зачастую ограничивается, доступностью статистических данных, инструментами и методами, позволяющими проанализировать состояние и функционирование СЭЭС, в том числе на основе формирования интегральных индикаторов оценки.

В данном исследовании авторы опирались на методику эколого-экономической оценки сложных систем с учетом новых данных, примененную ранее к оценке использования земель сельскохозяйственного назначения [9] и отраженную в работе [10].

В качестве информационной базы исследования были выбраны данные Федеральной службы государственной статистики РФ, доклад о состоянии окружающей среды, а также статистические сборники по охране окружающей среды в России за 2007-2016 гг.

Интегральный показатель оценки экологической составляющей СЭЭС определяется по формуле [11]:

$$X_k(t) = \frac{\sqrt{\prod_{p=1}^m \prod_{q=1}^m \hat{a}_{pq} r_{pq} \times y_{k,p}^0(t) \times y_{k,q}^0(t)}}{\sqrt{\prod_{p=1}^m \prod_{q=1}^m \hat{a}_{pq} \hat{r}_{pq} \times \hat{y}_{k,p}^0(t) \times \hat{y}_{k,q}^0(t)}}, \quad (1)$$

где  $X_k(t)$  – обобщенный показатель результативности (в данном случае интегральный показатель оценки экологической составляющей);  $y_{k,i}^0(t)$ ,  $\hat{y}_{k,i}^0(t)$  – фактические и нормативные значения стандартизованных результативных признаков  $k$ -того региона,  $r_{pq}$  и  $\hat{r}_{pq}$  соответствующие парные коэффициенты корреляции;  $t$  – параметр времени ( $t = 1..T$ ),  $i(p, q) = 1..m$ ,  $m$  – число результативных признаков, индекс «0» показывает, что проведена процедура нормализации (приведение к шкале от 0 до 1), причем после стандартизации:

$$y_{k,i}^0(t) = \frac{y_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}, \quad (2)$$

$$\hat{y}_{k,i}^0(t) = \frac{\hat{y}_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}. \quad (3)$$

Здесь  $y_{k,i}^*$ ,  $\hat{y}_{k,i}^*$  – стандартизованные резульативные признаки, определяемые по формулам:

$$y_{k,i}^* = \frac{y_{k,i} - M(y_i(t))}{S(y_i(t))}, \quad (4)$$

$$\hat{y}_{k,i}^* = \frac{\hat{y}_{k,i} - M(\hat{y}_i(t))}{S(\hat{y}_i(t))}, \quad (5)$$

где  $M(y_i(t))$ ,  $M(\hat{y}_i(t))$ ,  $S(y_i(t))$ ,  $S(\hat{y}_i(t))$  – математические ожидания и среднеквадратические отклонения соответственно. Если  $X_k(t) > 1$ , то функционирование системы можно рассматривать как удовлетворительное, в противном случае – неудовлетворительное.

Для формирования нормативов были использованы аддитивные и мультипликативные модели в стандартизованном виде, рассмотрение которых в динамике определяет траекторию устойчивого развития.

$$\hat{y}_i^* = \overset{\circ}{\mathbf{a}} \sum_{j=1}^n C_{i,j} x_j^* + \overset{\circ}{\mathbf{a}} \sum_{s=1}^S D_{i,s} z_s^*, \quad (6)$$

$$\hat{y}_i^* = \overset{\circ}{\mathbf{O}} \sum_{j=1}^n x_j^{*C_{i,j}} \times \overset{\circ}{\mathbf{O}} \sum_{s=1}^S z_s^{*D_{i,j}}, \quad (7)$$

где  $n$  – число факторов состояния,  $S$  – число факторов воздействия,  $C_{i,j}$ ,  $D_{i,s}$ , – соответствующие весовые коэффициенты между  $i$ -тым резульативным и  $j$ -тым и  $S$ -тым стандартизованными факторами состояния  $x_j^*$  и воздействия  $z_s^*$ . При подстановке фактических значений  $x_j^*$  и  $z_s^*$  в (6) или (7) для  $k$ -того региона можно получить для него конкретный норматив. При этом:

$$x_j^* = \frac{x_j - M(x_j)}{S(x_j)}, \quad (8)$$

$$z_s^* = \frac{z_s - M(z_s)}{S(z_s)}, \quad (9)$$

где  $X_j$ ,  $Z_s$  – фактические значения факторов состояния и воздействия  
в

Коэффициенты моделей определяются с помощью метода наименьших квадратов и процедуры линеаризации.

Для оценки граничных значений факторов состояния и воздействия используется соотношение:

$$\hat{y}_i = \hat{y}_i \pm t_{1-\alpha, n-p-1} \times s_y \times \left( 1 + [XZ]_0^T \times ([XZ]^T \times [XZ])^{-1} \times [XZ]_0 \right)^{1/2}, (10)$$

где  $s_y$  – стандартная ошибка,  $\hat{y}_i$  – точечный прогноз,  $t_{\alpha, n-p-1}$  – коэффициент, отвечающий за доверительную вероятность (определяется по таблице распределения Стьюдента),  $\alpha$  – уровень значимости,  $n$  – число наблюдений,  $p$  – число параметров модели;  $[XZ]$  – матрица входных параметров факторов состояния и воздействия,  $[XZ]_0$  – вектор ожидаемых значений.

Группировка результативных признаков, под которыми понимаются количественно выраженные результаты функционирования СЭЭС, представлена в таблице 1.

Источник: [12].

По результатам предыдущего исследования [12] были отобраны существенные (значимые) факторы, которые разделены на факторы  $X_j^*$  и воздействия  $Z_s^*$  (таблица 2).

**Таблица 1**  
**Группировка индикаторов для оценки экологической составляющей СЭЭС**

| Группа факторов                   | Наименование   |
|-----------------------------------|--|
| 1                                 | 2  |
| 1. Состояние атмосферного воздуха | 1.1. выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ( $Y_{9,1,1}$ ), тыс. тонн                                |
|                                   | 1.2. улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников ( $Y_{9,2,1}$ ), тыс. тонн |



Окончание табл 1

| 1   | 2  |
|---|--|
| 2. Состояние водных ресурсов                        | 2.1. использование свежей воды ( $Y_{9,3,2}$ ), млн. $M^3$                                     |
|   | 2.2. объем оборотной и последовательно используемой воды ( $Y_{9,4,2}$ ), млн. $M^3$           |
|   | 2.3. сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты ( $Y_{9,5,2}$ ), млн. $M^3$ |
| 3. Формирование, размещение и использование отходов | 3.1 объем образующихся отходов производства и потребления ( $Y_{9,6,3}$ ), тонн                |
|   | 3.2. объем размещения (хранения и захоронения) отходов ( $Y_{9,7,3}$ ), тонн                   |
|   | 3.3. объем использования и обезвреживания отходов ( $Y_{9,8,3}$ ), тонн                        |
|   | 3.4. интенсивность образования отходов ( $Y_{9,9,3}$ ), $M^3/чел.$ )                           |

*Примечание:*  $X_{17,30}$  рассчитан как сумма пассажирооборота автобусов общего пользования и перевозки пассажиров легковым транспортом. Последний фактор оценивался как пассажирооборот личного легкового автотранспорта и такси в расчете 50 тыс. пасс.-км на один автомобиль, зарегистрированный в регионе. Количество автомобилей вычислялось как произведение количества легковых автомобилей на 1000 человек населения на среднегодовую численность.  $Z_{9,1,3}$ ,  $Z_{9,3,3}$  рассчитаны по данным Росстата как сумма прямых инвестиций в основной капитал, текущих расходов и затрат на капитальный ремонт основных фондов, связанных с охраной атмосферного воздуха и изменения климата и охраной окружающей среды от загрязнения отходами производства и потребления соответственно.

С целью изучения изменения влияния факторов состояния и воздействия на выбранные показатели результативности были построены стандартизованные модели аддитивного и мультипликативно-го вида (для последующего выбора наилучшей из них) в 2 двух вариантах: по статистическим данным для 17 регионов ЦФО без учета г.

Москвы (далее обозначено как ЦФО-модели) и отдельно для Тульской области (ТО-модели). ЦФО-модели могут быть использованы в качестве формирования нормативов, а ТО-модели – для поиска оптимального состояния или разработки прогноза. Периоды оценки варьировались от одного года (2007-2007 гг.) до 10 лет (2007-2016 гг.). Для индикаторов третьей группы (формирование, размещение и использование отходов) периоды оценки составили 2010-2016 годы по причине отсутствия данных за более ранние периоды. Спецификация соответствующих моделей представлена в таблицах 3-9. ТО-модели строились для трех периодов оценки, оканчивающихся 2014, 2015 и 2016 годами соответственно. Ввиду малой выборки и отсутствия ряда показателей в разрезе муниципальных образований (что существенно увеличило бы ее объем) для Тульской области в ТО-модели были включены аналогичные факторы состояния и воздействия, что и в ЦФО-модели.

**Таблица 2**  
**Факторы состояния и воздействия для оценки экологической составляющей СЭС**

| Обозначение    | Наименование  |
|----------------|---|
| $x_{2.2}$      | среднегодовая численность населения, тыс. чел.  |
| $x_{13.1}$     | объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (всего) в фактически действовавших ценах, млн. руб.                      |
| $x_{13.1,1.2}$ | объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (добыча полезных ископаемых) в фактически действовавших ценах, млн. руб. |
| $x_{13.64}$    | производство электроэнергии, млрд. кВт-часов  |
| $x_{13.2}$     | индекс промышленного производства в % к базисному году  |
| $x_{17.30}$    | пассажирооборот: легковой автомобильный и автобусы, тыс. пасс.-км   |
| $Z_{9,1,3}$    | природоохранные расходы в ценах 2007г (охрана воздуха), тыс. руб.   |
| $Z_{9,3,3}$    | природоохранные расходы в ценах 2007г (обращение с отходами), тыс. руб.   |



Таблица 3

Спецификация ЦФО-моделей  $\hat{y}_{9,1,1}^*$ ,  $\hat{y}_{9,2,1}^*$  (группа состояние атмосферного воздуха)

|   |           |           |           |           |            |                |                |                |                |                |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ф.  | 200<br>7  | 200<br>8  | 200<br>9  | 201<br>0  | 20<br>11   | 201<br>2       | 201<br>3       | 201<br>4       | 201<br>5       | 20<br>16       |
| линейного вида $\hat{y}_{9,1,1}^*$          |           |           |           |           |            |                |                |                |                |                |
| $x_{17,30}^*$                               | 0,19<br>5 | 0,28<br>9 | 0,28<br>8 | 0,41<br>7 | 0,5<br>40  | 0,61<br>3      | 0,63<br>5      | 0,63<br>5      | 0,65<br>8      | 0,6<br>70      |
| $x_{13,1}^*$                                | 0,73<br>5 | 0,65<br>0 | 0,61<br>6 | 0,49<br>3 | 0,3<br>72  | 0,29<br>6      | 0,27<br>6      | 0,27<br>8      | 0,25<br>9      | 0,2<br>52      |
| $R^2$                                       | 0,85<br>2 | 0,86<br>5 | 0,80<br>2 | 0,81<br>0 | 0,8<br>12  | 0,80<br>9      | 0,81<br>0      | 0,81<br>4      | 0,82<br>0      | 0,8<br>28      |
| мультипликативного вида $\hat{y}_{9,1,1}^*$ |           |           |           |           |            |                |                |                |                |                |
| $x_{17,30}^*$                               | 0,50<br>6 | 0,54<br>4 | 0,54<br>3 | 0,60<br>4 | 0,6<br>44  | 0,67<br>5      | 0,69<br>1      | 0,68<br>9      | 0,69<br>9      | 0,7<br>12      |
| $x_{13,1}^*$                                | 0,42<br>1 | 0,38<br>3 | 0,36<br>4 | 0,29<br>4 | 0,2<br>40  | 0,19<br>8      | 0,17<br>3      | 0,17<br>2      | 0,15<br>9      | 0,1<br>47      |
| $R^2$                                       | 0,82<br>7 | 0,84<br>9 | 0,79<br>2 | 0,80<br>3 | 0,8<br>12  | 0,81<br>2      | 0,81<br>5      | 0,81<br>9      | 0,82<br>4      | 0,8<br>30      |
| $n$   | 14        | 31        | 48        | 65        | 82         | 99             | 116            | 133            | 150            | 16<br>7        |
| линейного вида $\hat{y}_{9,2,1}^*$          |           |           |           |           |            |                |                |                |                |                |
| $x_{17,30}^*$                               | -<br>1,27 | -<br>0,87 | -<br>0,85 | -<br>0,56 | -<br>0,296 | -<br>0,34<br>0 | -<br>0,41<br>8 | -<br>0,48<br>5 | -<br>0,4<br>54 | -<br>0,4<br>36 |
| $x_{13,1}^*$                                | 1,38<br>3 | 1,07<br>6 | 1,14<br>0 | 0,86<br>8 |            | 0,63<br>8      | 0,71<br>9      | 0,79<br>3      | 0,7<br>77      | 0,7<br>71      |
| $z_{9,1,3}^*$                               | 0,46<br>8 | 0,50<br>9 | 0,55<br>4 | 0,60<br>6 |            | 0,61<br>4      | 0,58<br>2      | 0,55<br>8      | 0,5<br>51      | 0,5<br>45      |
| $R^2$                                       | 0,56<br>8 | 0,62<br>7 | 0,68<br>8 | 0,69<br>1 |            | 0,63<br>8      | 0,60<br>5      | 0,58<br>5      | 0,5<br>77      | 0,5<br>71      |

| мультипликативного вида $\hat{y}_{9,2,1}^*$ |           |           |           |           |            |                |                |                |                |                |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $x_{17,30}^*$                               | -<br>0,24 | -<br>0,21 | -<br>0,22 | -<br>0,19 | -<br>0,173 | -<br>0,17<br>2 | -<br>0,17<br>9 | -<br>0,18<br>5 | -<br>0,1<br>79 | -<br>0,1<br>76 |
| $x_{13,1}^*$                                | 0,57<br>1 | 0,57<br>1 | 0,57<br>3 | 0,51<br>9 | 0,468      | 0,43<br>6      | 0,42<br>8      | 0,43<br>5      | 0,4<br>15      | 0,4<br>04      |
| $z_{9,1,3}^*$                               | 0,42<br>0 | 0,41<br>0 | 0,41<br>4 | 0,45<br>4 | 0,503      | 0,53<br>1      | 0,53<br>8      | 0,53<br>4      | 0,5<br>50      | 0,5<br>63      |
| $R^2$                                       | 0,51<br>0 | 0,56<br>9 | 0,59<br>9 | 0,61<br>3 | 0,627      | 0,59<br>8      | 0,56<br>7      | 0,54<br>9      | 0,5<br>63      | 0,5<br>67      |
| $n$   | 13        | 30        | 47        | 64        | 81         | 98             | 115            | 132            | 14<br>9        | 16<br>6        |

*Примечание:* здесь и далее в строках, обозначенных в столбце Ф. как факторы ( $x_j^*$ ,  $z_s^*$ ), указаны значения стандартизованных коэффициентов модели, стоящих перед ними; столбцы обозначают последний период (год) оценки (например, 2014 – периоды оценки 2007-2014гг.);  $R^2$  – коэффициент детерминации;  $n$  – число степеней свободы. Цветом отмечено, что данные параметры не значимы на уровне  $\alpha = 0,05$ . Для оценки качества моделей и значимости ее параметров использовался критерий Фишера и Стьюдента соответственно.

Из таблицы 3 видно, что влияние пассажирооборота ( $x_{17,30}^*$ ) на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух увеличивается, тогда как влияние объема отгруженных товаров ( $x_{13,1}^*$ ), наоборот, уменьшается, что может быть связано с увеличением количества автомобильного транспорта, часть из которого уже выработало свой ресурс, однако его обновление затруднено рядом экономических причин. Промышленный спад в некоторых регионах ЦФО также снизил нагрузку на атмосферу, так же как и мероприятия, проводимые рядом предприятий по охране окружающей среды. Отрицательное влияние фактора  $x_{17,30}^*$  на улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников ( $\hat{y}_{9,2,1}^*$ ) увеличивается в абсо-



лютом значении до 2014 года и затем снижается до 2016 года. Влияние фактора  $x_{13.1}^*$  на  $\hat{y}_{9.2,1}^*$  имеет динамику снижения, а фактор природоохранные расходы в ценах 2007г (охрана воздуха) ( $z_{9.1,3}^*$ ) усиливает свое влияние. При этом в мультипликативных моделях параметр, соответствующий  $x_{17.30}^*$ , не значим на уровне  $\alpha = 0,05$ .

Анализ ТО-моделей продемонстрировал аналогичную тенденцию изменения влияния рассматриваемых факторов на загрязнение атмосферного воздуха (таблица 4).

Таблица 4

Спецификация ТО-моделей  $\hat{y}_{9.1,1}^*$ ,  $\hat{y}_{9.2,1}^*$  (группа состояние атмосферного воздуха)

| Ф.                      | $\hat{y}_{9.1,1}^*$ |       |        | $\hat{y}_{9.2,1}^*$ |        |        |
|-------------------------|---------------------|-------|--------|---------------------|--------|--------|
|                         | 2014                | 2015  | 2016   | 2014                | 2015   | 2016   |
|                         | линейного вида      |       |        |                     |        |        |
| $x_{17.30}^*$           | -0,715              | 0,179 | 0,421  | 1,666               | 1,669  | 1,714  |
| $x_{13.1}^*$            | 1,406               | 0,409 | -0,077 | -0,825              | -1,205 | -1,494 |
| $z_{9.1,3}^*$           |                     |       |        | 0,352               | -0,347 | -0,340 |
| $R^2$                   | 0,723               | 0,314 | 0,132  | 0,904               | 0,917  | 0,922  |
| мультипликативного вида |                     |       |        |                     |        |        |
| $x_{17.30}^*$           | -0,807              | 0,004 | 0,277  | 1,959               | 2,148  | 2,259  |
| $x_{13.1}^*$            | 1,451               | 0,567 | 0,086  | -0,996              | -1,538 | -1,901 |
| $z_{9.1,3}^*$           |                     |       |        | -0,474              | -0,518 | -0,510 |
| $R^2$                   | 0,670               | 0,329 | 0,128  | 0,911               | 0,904  | 0,892  |
| $n$                     | 5                   | 6     | 7      | 4                   | 5      | 6      |

Для коэффициентов ТО-моделей характерна аналогичная динамика, что и для ЦФО-моделей, только с отличающимися от них значениями параметров.

Таблица 5  
 Спецификация ЦФО-моделей  $\hat{Y}_{9,3,2}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,4,2}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,5,2}^*$  (группа

состояние водных ресурсов)

| Ф.  | 200<br>7  | 200<br>8  | 200<br>9  | 201<br>0  | 201<br>1  | 201<br>2  | 201<br>3  | 201<br>4  | 201<br>5  | 201<br>6  |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| линейного вида $\hat{Y}_{9,3,2}^*$          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $x_{2,2}^*$                                 | 0,2<br>64 | 0,2<br>71 | 0,3<br>08 | 0,3<br>61 | 0,3<br>96 | 0,4<br>14 | 0,4<br>16 | 0,4<br>17 | 0,4<br>28 | 0,4<br>25 |
| $x_{13,64}^*$                               | 0,5<br>26 | 0,5<br>37 | 0,5<br>13 | 0,4<br>87 | 0,4<br>74 | 0,4<br>64 | 0,4<br>66 | 0,4<br>66 | 0,4<br>59 | 0,4<br>59 |
| $R^2$                                       | 0,4<br>41 | 0,4<br>69 | 0,4<br>76 | 0,5<br>05 | 0,5<br>31 | 0,5<br>37 | 0,5<br>41 | 0,5<br>37 | 0,5<br>36 | 0,5<br>29 |
| мультипликативного вида $\hat{Y}_{9,3,2}^*$ |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $x_{2,2}^*$                                 | 0,2<br>54 | 0,2<br>59 | 0,2<br>73 | 0,2<br>90 | 0,3<br>02 | 0,3<br>08 | 0,3<br>07 | 0,3<br>06 | 0,3<br>06 | 0,3<br>06 |
| $x_{13,64}^*$                               | 0,5<br>96 | 0,5<br>99 | 0,5<br>92 | 0,5<br>82 | 0,5<br>77 | 0,5<br>74 | 0,5<br>75 | 0,5<br>76 | 0,5<br>77 | 0,5<br>77 |
| $R^2$                                       | 0,3<br>16 | 0,3<br>35 | 0,3<br>52 | 0,3<br>77 | 0,3<br>97 | 0,4<br>02 | 0,4<br>01 | 0,3<br>95 | 0,3<br>97 | 0,3<br>90 |
| $n$   | 14        | 31        | 48        | 65        | 82        | 99        | 116       | 133       | 150       | 167       |
| линейного вида $\hat{Y}_{9,4,2}^*$          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $x_{13,64}^*$                               | 0,8<br>71 | 0,8<br>63 | 0,8<br>68 | 0,8<br>62 | 0,8<br>55 | 0,8<br>60 | 0,8<br>61 | 0,8<br>67 | 0,8<br>74 | 0,8<br>76 |
| $R^2$                                       | 0,7<br>58 | 0,7<br>44 | 0,7<br>53 | 0,7<br>44 | 0,7<br>32 | 0,7<br>39 | 0,7<br>41 | 0,8<br>67 | 0,7<br>63 | 0,7<br>67 |
| мультипликативного вида $\hat{Y}_{9,4,2}^*$ |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $x_{13,64}^*$                               | 0,8<br>00 | 0,8<br>12 | 0,8<br>12 | 0,7<br>94 | 0,7<br>77 | 0,7<br>75 | 0,7<br>82 | 0,7<br>90 | 0,7<br>95 | 0,7<br>99 |
| $R^2$                                       | 0,6<br>58 | 0,6<br>62 | 0,6<br>61 | 0,6<br>31 | 0,6<br>03 | 0,6<br>00 | 0,6<br>10 | 0,6<br>25 | 0,6<br>43 | 0,6<br>50 |
| $n$   | 15        | 32        | 49        | 66        | 83        | 100       | 117       | 134       | 151       | 168       |
| линейного вида $\hat{Y}_{9,5,2}^*$          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |



|   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $x_{2,2}^*$                                 | 0,7<br>09 | 0,7<br>30 | 0,7<br>25 | 0,2<br>63 | 0,2<br>98 | 0,3<br>51 | 0,4<br>01 | 0,4<br>74 | 0,5<br>70 | 0,6<br>34 |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,2<br>08 | 0,1<br>89 | 0,1<br>99 | 0,6<br>39 | 0,6<br>29 | 0,5<br>90 | 0,5<br>51 | 0,4<br>83 | 0,3<br>90 | 0,3<br>28 |
| $R^2$                                       | 0,8<br>28 | 0,8<br>29 | 0,8<br>40 | 0,7<br>95 | 0,8<br>34 | 0,8<br>55 | 0,8<br>70 | 0,8<br>78 | 0,8<br>80 | 0,8<br>84 |
| мультипликативного вида $\hat{y}_{9,5,2}^*$ |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| $x_{2,2}^*$                                 | 0,4<br>53 | 0,4<br>25 | 0,4<br>03 | 0,3<br>95 | 0,4<br>18 | 0,4<br>52 | 0,4<br>85 | 0,5<br>17 | 0,5<br>50 | 0,5<br>73 |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,0<br>43 | 0,0<br>94 | 0,1<br>63 | 0,2<br>49 | 0,2<br>67 | 0,2<br>68 | 0,2<br>54 | 0,2<br>33 | 0,2<br>05 | 0,1<br>88 |
| $R^2$                                       | 0,7<br>20 | 0,7<br>30 | 0,7<br>71 | 0,7<br>12 | 0,7<br>56 | 0,7<br>80 | 0,8<br>01 | 0,8<br>16 | 0,8<br>25 | 0,8<br>35 |
| $n$   | 14        | 31        | 48        | 65        | 82        | 99        | 116       | 133       | 150       | 167       |

Из таблицы 5 видно усиление влияния фактора среднегодовой численности населения ( $x_{2,2}^*$ ) и ослабление влияния фактора производства электроэнергии ( $x_{13,64}^*$ ) на показатель использования свежей воды ( $\hat{y}_{9,3,2}^*$ ), что в свою очередь подразумевает увеличение потребления воды населением Тульской области. Действительно, за последние годы в несколько раз увеличилось количество пунктов продажи свежей воды (в г. Тула они находятся практически в каждом микрорайоне в шаговой доступности), что позволяет местному населению использовать качественную свежую воду для своих нужд, тем самым сохраняя свое здоровье от вредного воздействия некачественной воды. Для линейной модели оценки показателя объема оборотной и последовательно используемой воды ( $\hat{y}_{9,4,2}^*$ ), для которой коэффициент детерминации выше по сравнению с мультипликативной моделью, влияние фактора  $x_{13,64}^*$  практически остается неизменным, что подразумевает сохранение объема использования электроэнергии в части организации оборота воды для нужд Тульской области. Для показателя сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты ( $\hat{y}_{9,5,2}^*$ ) влияние фактора  $x_{2,2}^*$  уменьшалось до 2010 года, а затем уве-

личивалось. Для фактора объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (добыча полезных ископаемых) ( $x_{13.1,1.2}^*$ ) тенденция противоположна.

Таблица 6  
 Спецификация ТО-моделей  $\hat{y}_{9,3,2}^*$ ,  $\hat{y}_{9,4,2}^*$ ,  $\hat{y}_{9,5,2}^*$  (группа состояние водных ресурсов)

| Ф.               | $\hat{y}_{9,3,2}^*$     |           |           | $\hat{y}_{9,4,2}^*$ |           |           | $\hat{y}_{9,5,2}^*$ |                 |                |
|------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------|----------------|
|                  | 201<br>4                | 201<br>5  | 201<br>6  | 201<br>4            | 201<br>5  | 201<br>6  | 201<br>4            | 2015            | 201<br>6       |
|                  | линейного вида          |           |           |                     |           |           |                     |                 |                |
| $x_{2.2}^*$      | 0,83<br>5               | 0,79<br>4 | 0,66<br>7 |                     |           |           | 0,96<br>1           | 0,694           | 0,65<br>0      |
| $x_{13.1,1.2}^*$ |                         |           |           |                     |           |           | 0,04<br>4           | -0,262          | -<br>0,32<br>2 |
| $x_{13.64}^*$    | 0,12<br>1               | 0,17<br>8 | 0,30<br>0 | 0,67<br>3           | 0,61<br>3 | 0,65<br>7 |                     |                 |                |
| $R^2$            | 0,88<br>9               | 0,92<br>0 | 0,90<br>0 | 0,45<br>3           | 0,37<br>6 | 0,43<br>2 | 0,84<br>7           | 0,890           | 0,91<br>9      |
|                  | мультипликативного вида |           |           |                     |           |           |                     |                 |                |
| $x_{2.2}^*$      | 0,86<br>4               | 0,77<br>5 | 0,64<br>5 |                     |           |           | 0,99<br>4           | 0,759           | 0,69<br>0      |
| $x_{13.1,1.2}^*$ |                         |           |           |                     |           |           | 0,07<br>8           | -<br>0,187<br>0 | -<br>0,27<br>0 |
| $x_{13.64}^*$    | 0,09<br>5               | 0,20<br>3 | 0,32<br>6 | 0,64<br>5           | 0,57<br>1 | 0,62<br>3 |                     |                 |                |
| $R^2$            | 0,90<br>1               | 0,92<br>7 | 0,90<br>8 | 0,45<br>4           | 0,36<br>8 | 0,42<br>6 | 0,85<br>1           | 0,880           | 0,90<br>5      |
| $n$              | 5                       | 6         | 7         | 6                   | 7         | 8         | 5                   | 6               | 7              |

Незначимость параметров модели можно объяснить недостаточным объемом выборки.



Таблица 7

Спецификация ЦФО-моделей  $\hat{Y}_{9,6,3}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,7,3}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,8,3}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,9,3}^*$

(группа формирование, размещение и использование отходов)

| Ф.  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| линейного вида $\hat{Y}_{9,6,3}^*$          |       |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,991 | 0,971 | 0,952 | 0,961 | 0,958 | 0,955 | 0,958 |
| $R^2$                                       | 0,982 | 0,943 | 0,905 | 0,924 | 0,918 | 0,911 | 0,918 |
| мультипликативного вида $\hat{Y}_{9,6,3}^*$ |       |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,807 | 0,787 | 0,778 | 0,784 | 0,783 | 0,737 | 0,735 |
| $R^2$                                       | 0,335 | 0,371 | 0,400 | 0,408 | 0,399 | 0,378 | 0,376 |
| $n$   | 15    | 32    | 49    | 66    | 83    | 100   | 117   |
| линейного вида $\hat{Y}_{9,7,3}^*$          |       |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,997 | 0,978 | 0,878 | 0,908 | 0,921 | 0,930 | 0,939 |
| $R^2$                                       | 0,994 | 0,957 | 0,772 | 0,825 | 0,849 | 0,864 | 0,881 |
| мультипликативного вида $\hat{Y}_{9,7,3}^*$ |       |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,762 | 0,747 | 0,749 | 0,735 | 0,715 | 0,581 | 0,607 |
| $R^2$                                       | 0,256 | 0,247 | 0,268 | 0,237 | 0,210 | 0,183 | 0,197 |
| $n$   | 15    | 32    | 49    | 66    | 83    | 100   | 117   |
| линейного вида $\hat{Y}_{9,8,3}^*$          |       |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$                            | 0,886 | 0,836 | 0,831 | 0,797 | 0,774 | 0,750 | 0,756 |
| $z_{9,3,3}^*$                               | 0,020 | 0,058 | 0,085 | 0,154 | 0,172 | 0,184 | 0,185 |
| $R^2$                                       | 0,797 | 0,743 | 0,750 | 0,752 | 0,736 | 0,711 | 0,723 |
| мультипликативного вида $\hat{Y}_{9,8,3}^*$ |       |       |       |       |       |       |       |

|   |        |       |       |       |       |       |       |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $x_{13.1,1.2}^*$                            | 0,716  | 0,693 | 0,562 | 0,464 | 0,416 | 0,377 | 0,574 |
| $z_{9.3,3}^*$                               | -0,023 | 0,083 | 0,093 | 0,235 | 0,305 | 0,307 | 0,332 |
| $R^2$                                       | 0,243  | 0,234 | 0,274 | 0,305 | 0,309 | 0,298 | 0,311 |
| $n$   | 14     | 31    | 48    | 65    | 82    | 99    | 116   |
| линейного вида $\hat{y}_{9,9,3}^*$          |        |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13.1}^*$                                | 0,370  | 0,460 | 0,502 | 0,546 | 0,473 | 0,460 | 0,458 |
| $x_{13.2}^*$                                | 0,463  | 0,322 | 0,301 | 0,258 | 0,322 | 0,326 | 0,273 |
| $R^2$                                       | 0,362  | 0,342 | 0,382 | 0,407 | 0,378 | 0,373 | 0,343 |
| мультипликативного вида $\hat{y}_{9,9,3}^*$ |        |       |       |       |       |       |       |
| $x_{13.1}^*$                                | 0,244  | 0,334 | 0,379 | 0,428 | 0,324 | 0,352 | 0,358 |
| $x_{13.2}^*$                                | 0,491  | 0,371 | 0,345 | 0,295 | 0,263 | 0,242 | 0,202 |
| $R^2$                                       | 0,301  | 0,242 | 0,298 | 0,336 | 0,333 | 0,353 | 0,322 |
| $n$   | 14     | 31    | 48    | 65    | 82    | 99    | 116   |

Из таблицы 7 видно уменьшение влияния фактора  $x_{13.1,1.2}^*$  на показатели объема образующихся отходов производства и потребления ( $\hat{y}_{9,6,3}^*$ ) и объем использования и обезвреживания отходов ( $\hat{y}_{9,8,3}^*$ ) за исключением 2016 года, где отмечено небольшое усиление влияния, что связано с сокращением объема отгруженных товаров по виду деятельности добыча полезных ископаемых в натуральном выражении. Однако его влияние на размещение отходов ( $\hat{y}_{9,7,3}^*$ ) колеблется в течение исследуемых периодов. Также отмечено усиления влияния природоохранных расходов по борьбе с отходами ( $z_{9,3,3}^*$ ) на объем использования и обезвреживания отходов ( $\hat{y}_{9,8,3}^*$ ). На показатель интенсивности образования отходов ( $\hat{y}_{9,9,3}^*$ ) изменение влияния фактора  $x_{13.1}^*$  разнонаправлено, а влияние фактора индекса промышленного произ-



водства направлено в сторону уменьшения, что связано, как уже отмечалось ранее, со спадом промышленного производства.

Таблица 8

Спецификация ТО-моделей  $\hat{Y}_{9,6,3}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,7,3}^*$  (группа формирования, размещение и использование отходов)

| Ф.                      | $\hat{Y}_{9,6,3}^*$ |       |       | $\hat{Y}_{9,7,3}^*$ |       |       |
|-------------------------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|                         | 2014                | 2015  | 2016  | 2014                | 2015  | 2016  |
|                         | линейного вида      |       |       |                     |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$        | 0,912               | 0,653 | 0,574 | 0,532               | 0,692 | 0,643 |
| $R^2$                   | 0,832               | 0,426 | 0,330 | 0,283               | 0,478 | 0,413 |
| мультипликативного вида |                     |       |       |                     |       |       |
| $x_{13,1,1,2}^*$        | 0,935               | 0,642 | 0,599 | 0,619               | 0,680 | 0,618 |
| $R^2$                   | 0,865               | 0,326 | 0,268 | 0,350               | 0,426 | 0,350 |
| $n$                     | 3                   | 4     | 5     | 3                   | 4     | 5     |

Таблица 9

Спецификация ТО-моделей  $\hat{Y}_{9,8,3}^*$ ,  $\hat{Y}_{9,9,3}^*$  (группа формирования, размещение и использование отходов)

| Ф.                  |                  | линейного вида |        |        | мультипликативного вида |        |        |
|---------------------|------------------|----------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
|                     |                  | 2014           | 2015   | 2016   | 2014                    | 2015   | 2016   |
| $\hat{Y}_{9,8,3}^*$ | $x_{13,1,1,2}^*$ | 0,716          | 0,963  | 0,885  | 0,852                   | 0,976  | 0,971  |
|                     | $z_{9,3,3}^*$    | 0,305          | -0,282 | -0,359 | 0,150                   | -0,167 | -0,279 |
|                     | $R^2$            | 0,933          | 0,618  | 0,465  | 0,931                   | 0,565  | 0,614  |
| $\hat{Y}_{9,9,3}^*$ | $x_{13,1}^*$     | 2,412          | 2,362  | 2,655  | 1,803                   | 1,229  | 1,662  |
|                     | $x_{13,2}^*$     | -1,985         | -1,597 | -1,978 | -1,442                  | -0,521 | -0,995 |
|                     | $R^2$            | 0,593          | 0,716  | 0,724  | 0,399                   | 0,586  | 0,598  |
| $n$                 |                  | 2              | 3      | 4      | 2                       | 3      | 4      |

Низкое качество моделей и незначимость их коэффициентов можно объяснить малым объемом выборки, а также изменениями в части обращения с отходами в Тульской области, отличающиеся от тенденций, характерных для регионов Центрального федерального округа.

В целом, значение коэффициентов детерминации для линейных моделей выше по сравнению с мультипликативными моделями, следовательно, при разработке нормативов целесообразнее использовать их.

Для обоснованного выбора моделей для разработки нормативов и формирования траектории также необходимо дополнить проведенное исследование оценкой точности моделей, которую можно оценить посредством вычисления средней относительной ошибки аппроксимации, рассчитываемой по формуле:

$$E_{\text{отн}} = \mathop{\text{a}}_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% , \quad (11)$$

а также протестировать модели, которые были построены по статистическим данным для регионов ЦФО и данным только для ТО, с точки зрения попадания фактических значений в допустимые границы траекторий, вычисленных по (10). Параллельно может быть решена задача выбора модели для разработки прогноза.

Проведенное тестирование для Тульской области представлено на рис. 1-9.

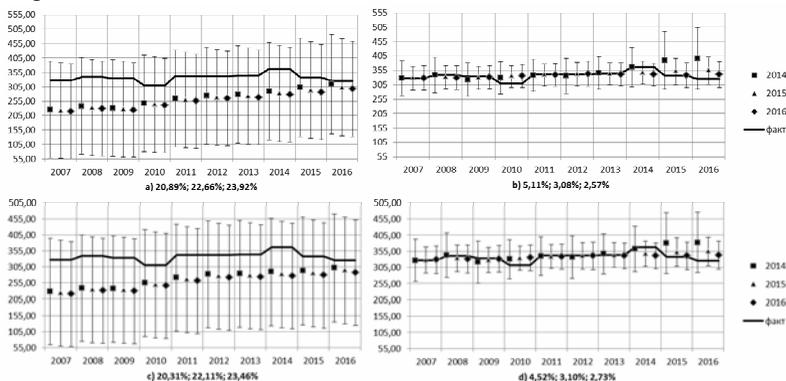


Рис. 1. Границы траекторий моделей для  $\hat{y}_{9,1,1}^*$  (Тульская область).

*Примечание:* здесь и далее а) – линейные ЦФО-модели; б) – линейные ТО-модели; в) – мультипликативные ЦФО-модели; д) – мультипликативные ТО-модели; 2014, 2015, 2016 – модели, рассчитанные



по данным за 2004–2014, 2004–2015, 2004–2016 гг.; факт. – фактическое значение; под рисунками указана средняя относительная ошибка аппроксимации для моделей 2014, 2015 и 2016 соответственно.

Как видно из рис. 1, нормативные значения по ЦФО-моделям ниже фактических, по объемам выбросов ТО превышает допустимые нормы, вычисленные для нее.

Тульская область по показателю «уловлено и обезврежено» также превышает норматив, однако данное явление имеет положительный характер.

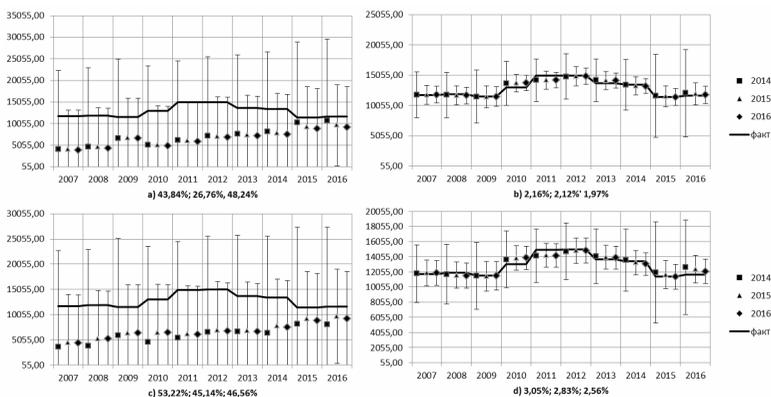


Рис. 2. Границы траекторий моделей для  $\hat{Y}_{9,2,1}^*$  (Тульская область).

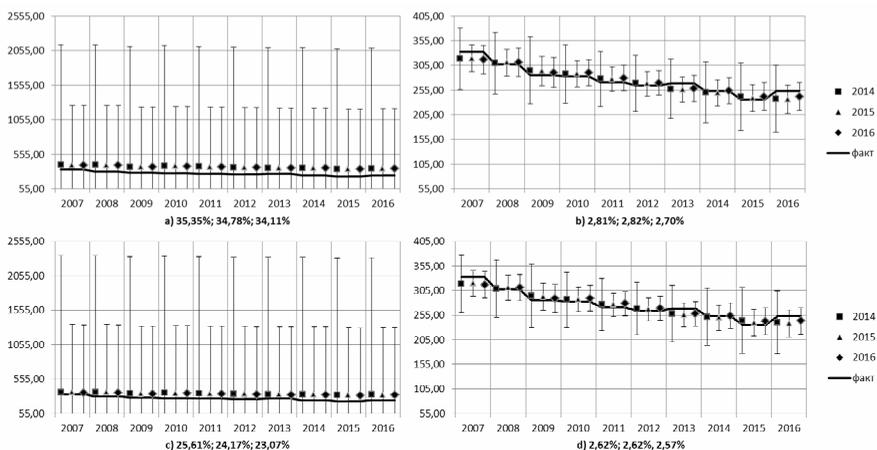


Рис. 3. Границы траекторий моделей для  $\hat{Y}_{9,3,2}^*$  (Тульская область).

Из рис. 3 видно, что использование свежей воды в ТО ниже, чем по норматива что свидетельствует о необходимости увеличении объема ее использования, хотя просматриваемая тенденция (за исключением 2016 года) говорит об обратном.

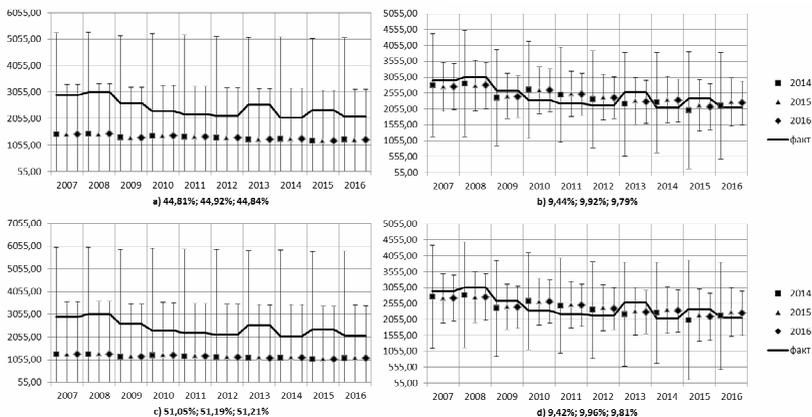


Рис. 4. Границы траекторий моделей для  $\hat{y}_{9,4,2}^*$  (Тульская область).

Объем оборотной и последовательно используемой воды выше норматива.

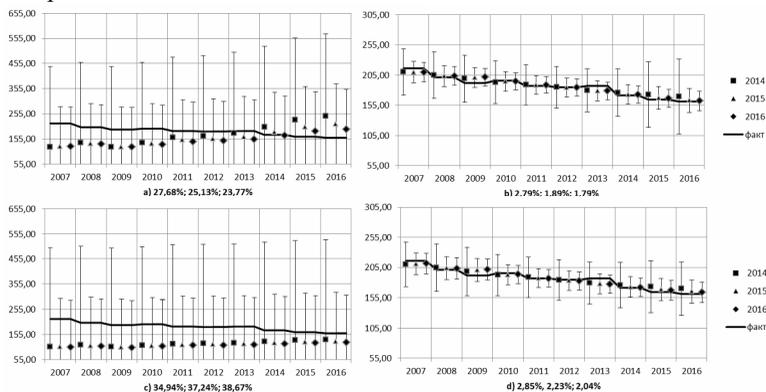


Рис. 5. Границы траекторий моделей для  $\hat{y}_{9,5,2}^*$  (Тульская область).

Показатель, характеризующий сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, лежит в допустимых пределах. При



этом виден явный линейный характер уменьшения объема сброса в Тульской области, что является положительной тенденцией.

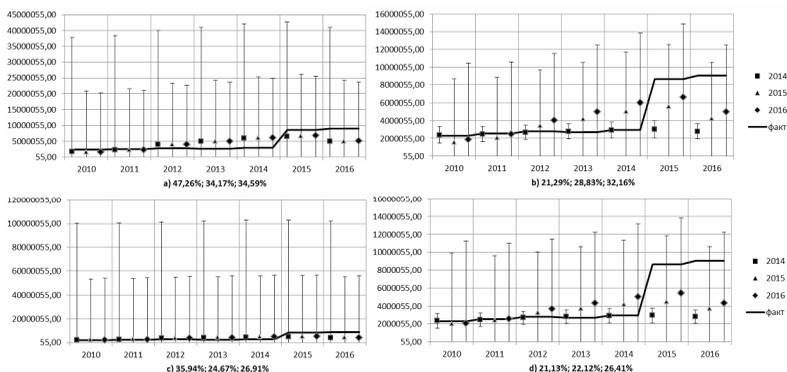


Рис. 6. Границы траекторий моделей для  $\hat{Y}_{9,6,3}^*$  (Тульская область).

Как видно из рис. 6, в ТО в 2015 году резко увеличился (почти в 3 раза) объем образующихся отходов производства и потребления, что нарушило общую тенденцию работы с отходами, превысив вычисленный норматив. Об этом свидетельствует уменьшение коэффициентов детерминации и значимости параметров моделей, представленных в таблицах 7 и 8. Возможно, следует пересмотреть норматив, используя, например, метод кумулятивных сумм.

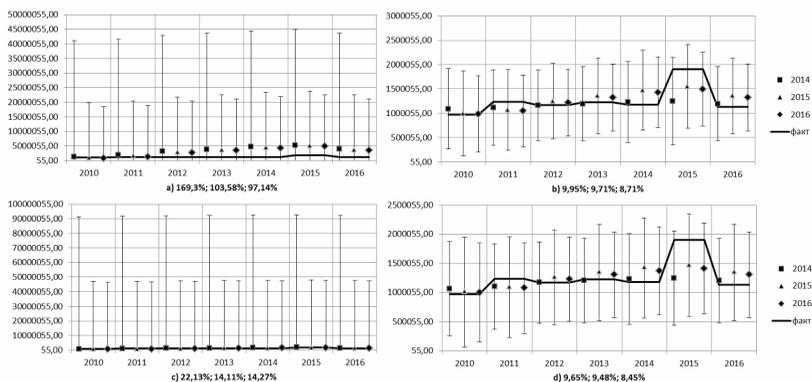


Рис. 7. Границы траекторий моделей для  $\hat{Y}_{9,7,3}^*$  (Тульская область).

В части объема размещения (хранения и захоронения) отходов фактические значения меньше нормативов, вычисленных по данным для регионов ЦФО, что видно на рис. 7. При этом в 2015 году данный показатель резко увеличился, что также отражается в незначимости соответствующих коэффициентов в ТО-моделях..

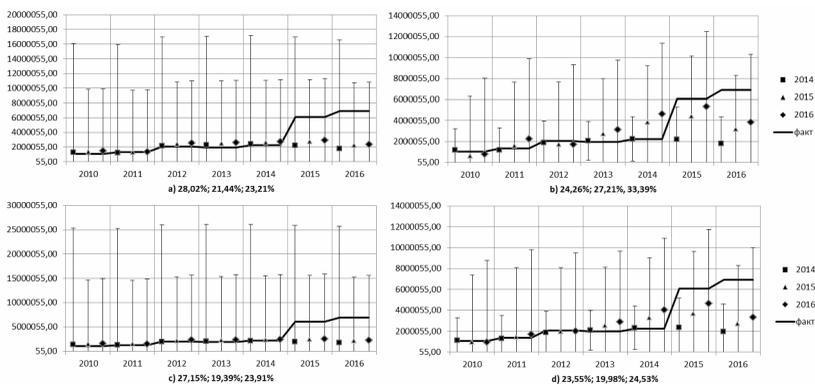


Рис. 8. Границы траекторий моделей для  $\hat{U}_{9,8,3}^*$  (Тульская область).

Рис. 8 демонстрирует, что в 2015 году возрос объем использования и обезвреживания отходов, а по моделям, вычисленным с использованием периодов 2010-2015 гг., он практически вышел за допустимые границы. С одной стороны, это можно считать положительной тенденцией, с другой - это может привести к увеличению отклонения других показателей, характеризующих экологическую составляющую СЭЭС, что внесет дисбаланс в развитие региона и, в конечном итоге, может свестись к выходу ТО с траектории устойчивого развития. Для более углубленного анализа следует изучить изменение соответствующих факторов состояния и воздействия, входящих в модель.

Интенсивность образования отходов, что видно из рис. 9, незначительно варьируется в допустимых пределах.

Обобщая результаты по данному этапу исследования, можно получить следующие выводы. Выбор последнего периода оценки для разработки нормативов должен определяться периодом утверждения этих нормативов, например, в программе социально-экономического развития региона, причем для этого целесообразнее использовать ЦФО-модели. Нормативы могут быть скорректированы за счет увеличения периода оценки при появлении новых данных в случае больших качественных изменений либо в случае окончания срока, на который



эти нормативы были рассчитаны. Их интервальное представление можно считать траекторией устойчивого развития.

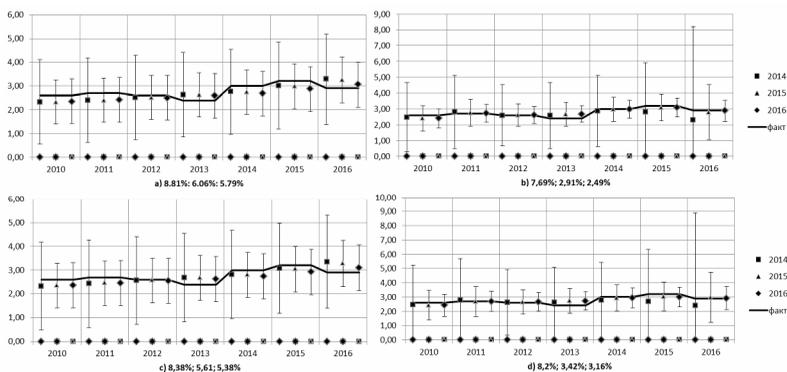


Рис. 9. Границы траекторий моделей для  $\hat{Y}_{9,9,3}^*$  (Тульская область).

Анализ моделей показал, что для разработки нормативов предпочтительнее линейные модели с периодами оценки 2007-2016 гг. и 2010-2016 гг.

Расчет обобщенного показателя результативности и его составляющих (с учетом того, что  $Y_{9,1,1}$ ,  $Y_{9,5,2}$ ,  $Y_{9,6,3}$ ,  $Y_{9,6,3}$ ,  $Y_{9,9,3}$  имеют негативный характер (берется обратная величина)) для оценки экологического состояния регионов ЦФО представлены в таблице 10.

По таблице 10 можно судить об экологической составляющей регионов ЦФО и ее компонентах. Значения меньше единицы носят негативный характер. Так, проблемным для Тульской области в 2016 году остались объем выбросов (0,9), объем образования и размещения отходов (0,58), что согласуется с результатами, представленными на рис. 1-9 для Тульской области, и обеспечивает возможность сравнения результатов функционирования СЭЭС (в данном случае регионов), действующих в различных условиях.

Для поиска критических значений факторов состояния и воздействия в Тульской области поставим следующую задачу: при каких значениях факторов состояния и воздействия фактические значения результативных признаков оказались бы на нижней (верхней, в случае негативного характера) границе траекторий, рассчитанных для фактических данных по линейным моделям, построенным по статистическим данным для регионов ЦФО с периодами оценки 2007-2016 и

**Таблица 10**

**Показатели результативности и обобщенный показатель для регионов ЦФО в 2016 году**

| Область / Показатель | X <sub>9,1,1</sub> | X <sub>9,2,1</sub> | X <sub>9,3,2</sub> | X <sub>9,4,2</sub> | X <sub>9,5,3</sub> | X <sub>9,6,3</sub> | X <sub>9,7,3</sub> | X <sub>9,8,3</sub> | X <sub>9,9,3</sub> | X    |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Белгородская         | 1,21               | 0,65               | 1,62               | 7,87               | 2,87               | 0,87               | 0,95               | 1,27               | 0,32               | 1,19 |
| Брянская             | 3,15               | 1,37               | 1,88               | 0,00               | 1,33               | 0,10               | 0,11               | 2,55               | 2,20               | 1,08 |
| Владимирская         | 2,76               | 0,05               | 1,01               | 0,52               | 1,36               | 0,90               | 1,43               | 2,14               | 1,60               | 1,29 |
| Воронежская          | 1,20               | 0,67               | 0,49               | 1,44               | 2,07               | 0,83               | 2,45               | 1,58               | 2,25               | 1,11 |
| Ивановская           | 3,18               | 0,40               | 1,90               | 0,45               | 0,73               | 0,71               | 0,45               | 2,91               | 0,58               | 0,94 |
| Калужская            | 3,72               | 0,19               | 4,53               | 0,30               | 1,48               | 0,95               | 1,44               | 3,03               | 2,59               | 1,38 |
| Костромская          | 2,69               | 0,74               | 4,42               | 0,13               | 0,29               | 0,14               | 0,14               | 13,89              | 0,47               | 0,91 |
| Курская              | 3,12               | 0,60               | 0,25               | 1,16               | 5,31               | 1,24               | 1,05               | 0,32               | 1,03               | 1,18 |
| Липецкая             | 0,47               | 1,98               | 0,89               | 2,20               | 1,82               | 0,79               | 2,66               | 1,09               | 1,11               | 1,31 |
| Московская           | 1,15               | 0,63               | 0,79               | 0,75               | 1,13               | 3,07               | 3,05               | 0,44               | 6,14               | 0,62 |
| Орловская            | 2,14               | 0,21               | 25,06              | 1,68               | 0,33               | 0,01               | 0,01               | 73,99              | 0,53               | 0,80 |
| Рязанская            | 0,96               | 1,67               | 0,75               | 0,77               | 1,10               | 0,62               | 0,64               | 2,93               | 0,90               | 0,79 |
| Смоленская           | 1,71               | 1,16               | 0,24               | 1,10               | 1,00               | 0,76               | 0,76               | 2,85               | 0,85               | 0,91 |



|             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Тамбовская  | 1,48 | 0,96 | 2,18 | 0,67 | 1,24 | 0,01 | 0,02 | 8,25 | 2,01 | 0,95 |
| Тверская    | 1,64 | 0,42 | 1,04 | 0,98 | 1,39 | 0,58 | 0,58 | 1,04 | 1,14 | 0,90 |
| Тульская    | 0,90 | 1,13 | 0,88 | 1,84 | 1,22 | 0,58 | 1,70 | 2,67 | 1,88 | 1,23 |
| Ярославская | 1,28 | 0,35 | 1,20 | 0,17 | 0,66 | 0,46 | 0,49 | 1,63 | 1,79 | 1,11 |

Примечание: индексы показателей результативности соответствуют индексам моделей  $X_i$ ,  $X$  – обобщенный показатель результативности.

2010-2016гг. и переведенным в абсолютные единицы измерения. Рассмотрим простейший случай, когда ~~изменяется только~~ один фактор при неизменности остальных факторов. Результаты расчета представлены в таблице 11.

**Таблица 11**  
**Критические значения факторов состояния и воздействия**

| Фактор / Показатель | $Y_{9.1,1}$ | $Y_{9.2,1}$ | $Y_{9.3,2}$ | $Y_{9.4,2}$ | $Y_{9.5,3}$ | $Y_{9.6,3}$ | $Y_{9.7,3}$ | $Y_{9.9,3}$ |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $x_{2.2}$           |             |             |             |             | 2           |             |             |             |
| $x_{13.1}$          | 3,1         |             |             |             | 2,3         |             |             | 3,5         |
| $x_{13.1,1,2}$      |             |             |             |             |             | 4,14        | 4,86        |             |
| $x_{13.2}$          |             |             |             |             |             |             |             |             |
| $x_{17.30}$         | 2,25        | 4,21        |             |             |             |             |             |             |

Примечание: в ячейках указано, во сколько раз необходимо увеличить фактор  $X_i$ , чтобы соответствующий результативный признак вышел за границы заданной траектории.

Так, объем выбросов в атмосферный воздух выйдет за допустимую границу в случае, если общий пассажирооборот увеличится в 2,25 раза или объем отгруженных товаров увеличится в 3,1 раза, что маловероятно в ближайшей перспективе, как и для других сценариев,

отраженных в таблице 11. Все остальные сценарии нереализуемы при изменении только одного фактора состояния или воздействия. Можно заключить, что состояние Тульской области можно рассматривать как достаточно устойчивое в ближайшей перспективе в части экологической составляющей.

Проведенное исследование является частью работ, связанных с формированием модели устойчивого развития регионов, и касается изучения влияния социальных и экономических факторов состояния и воздействия на функционирование их экологической составляющей, которая оценивается с помощью показателей результативности, определяемых по авторской методике.

Таким, образом, на основании анализа моделей определены степени влияния факторов состояния и воздействия на экологическую составляющую регионов, рассматриваемых как социо-эколого-экономические системы.

Алгоритм последовательного отбора моделей позволил выделить наиболее существенные факторы, которые были использованы для построения нормативов для регионов ЦФО и Тульской области, а также для формирования траектории устойчивого развития. При этом ЦФО-модели могут применяться для формирования нормативов, а ТО-модели – для вычисления оптимальных значений существенных факторов и разработки прогноза. Отбор существенных факторов проводился с учетом исследований, проведенных ранее.

Анализ экологического состояния Тульской области по разработанной методике показал, что существуют некоторые проблемы, связанные с превышенным объемом выбросов в атмосферу и увеличением объема образующихся отходов производства и потребления за 2015-2016 годы. Первая из них связана с увеличением количества автотранспорта, особенно в средних и малых городах, что приводит к интенсивному росту загрязнения атмосферного воздуха. Ее частичное решение возможно ограничением на въезд крупнотоннажных средств передвижения и усилением контроля над выбросами CO<sub>2</sub>. Вторая проблема может быть решена за счет внедрения инноваций [12], направленных на развитие безотходных производств, и интенсификацией деятельности по переработке отходов, в том числе - за счет строительства мусороперерабатывающего завода на территории области.

#### ***Библиографический список***

1. *Государственный доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. Л.М. Григорьева и С.Н. Бобылева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 252с.*
2. *Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / Вернадский В.И. - М.: Наука, 1989. - 262 с.*



3. Forrester J.W. *World dynamics*. Cambridge, MA: Wright-Allen Press, 1971. 142 p.
4. Meadows D.H, Randers J., Meadows D. L., Behrens W. W. *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. 1. N.-Y.: Universe Books, 1972. 211 p.
5. Повестка дня на XXI век. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро. 1992 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml) (дата обращения: 20.06.2018).
6. Указ Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».
7. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции ООН. Рио-де-Жанейро. 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.unccd2012.org/> (дата обращения: 20.06.2018).
8. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года от 25 сентября 2015 года. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1\\_ru.pdf](http://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf) (дата обращения: 20.06.2018).
9. Жуков Р.А. Оценка состояния сложных систем на примере реги-онов Центрального федерального округа: эколого-экономический аспект // Региональные исследования. 2016. № 4 (54). С. 81-89.
10. Журавлев С.Д., Жуков Р.А. Математическая модель оценки эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2011. № 3 (27). С. 9-24.
11. Zhukov R.A. *Economic Assessment of the Development Level of the Central Federal District Regions of the Russian Federation: Econometric Approach* // Statistika. 2018. Vol. 98. No. 1. P. 53-68.
12. Иватанова Н.П. Эколого-экономическая оценка инновационного развития минерально-сырьевого потенциала на региональном уровне // Известия Тульского государственного университета. Наука о Земле. 2017. № 1. С. 182-192.



УДК 332.1

## **К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД**

**Жуков Р.А., Васина М.В.**

*Финансовый университет при Правительстве РФ (Тульский филиал, г.Тула, Россия)*

**Соболева Д.В.,**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*На основании эконометрического подхода к анализу объема валового регионального продукта по виду экономической деятельности «Раздел С. Добыча полезных ископаемых» получены модели состояния и функционирования подсистемы «Добыча полезных ископаемых» с использованием статистических данных по регионам Центрального федерального округа и отдельно по Тульской области. Выявлены различия по существенности и адекватности факторов состояния подсистемы. Проанализированы причины такого рассогласования.*

Предприятия Тульской области, осуществляющие свою деятельность в сфере добычи полезных ископаемых, являются немаловажной частью экономики региона, хотя по данным 2016 года их доля в формировании валового регионального продукта (ВРП) составляет всего 0,3% [6]. Среди близлежащих регионов Центрального федерального округа (ЦФО) Тульский горнодобывающий потенциал является самым высоким и определяется месторождениями полезных ископаемых, в том числе: горючие (бурый уголь и торф), металлургические (железные руды и алюминий содержащие руды), железорудные (бурые железняки в Богородицком, Киреевском, Плавском и Щекинском районах), огнеупорная глина, фосфориты, глауконитовые пески, глинозем с высоким содержанием алюминия, неметаллические (каменная соль, гипс, известняки и доломиты, глины и суглинки, пески и песчано-гравийные смеси). Имеются пресные и минеральные подземные воды.

Что касается добычи бурого угля, то из-за низкой калорийности и высокой стоимости его добыча практически прекратилась, а предложения по разработке техногенных месторождений – отходов угольных шахт – не возымели должного эффекта [1].

Наиболее крупными предприятиями в сфере добычи полезных ископаемых являются:

по добыче известняка, песка, щебня – ОАО «Гурово-Бетон», ООО «464 комбинат нерудоископаемых», ООО «Ока-сервис», ООО «Веневский известняк», ООО «Восточные Берники»;



по добыче глины – ООО «Кирпичный завод «БРАЕР», ОАО «Гурово-Бетон»;

по добыче гипсового камня – ООО «Кнауф Гипс Новомосковск».

Основными потребителями полезных ископаемых являются строительные предприятия Тульской и Московской областей. По данным территориального органа Росстата по Тульской области в 2016 году уровень использования среднегодовой мощности организаций по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» составил для продукции «материалы строительные нерудные» – 67,8%, а для продукции «пески природные» – 100% [5]. То есть для предприятий, выпускающих «строительные материалы нерудные», наблюдается недостаточная загруженность производственных мощностей. Очевидный вывод, который можно сделать на основании этих данных, – это, с одной стороны, отсутствие необходимого спроса, а с другой – необоснованный объем производственных мощностей и численности занятых в данной сфере, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата которых составляла 27 927 руб. [4]. В 2017 году она составила 29 929 руб., при средней заработной плате в обрабатывающей отрасли 37 786 руб., а по экономике в целом – 31 637 руб. [5].

В 2017 году объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (в фактически действовавших ценах) составил 5253,5 млн. руб. против 4905,7 млн. руб. в 2016 году.

В январе-июле 2018 года по сравнению с аналогичным периодом 2017 года объем производства по добыче полезных ископаемых по полному кругу организаций составил 98,1% без учета индекса цен. Снижение объема производства сохраняется, повторяя тенденцию, наблюдавшуюся в 2015-2016 годах.

С целью изучения влияния существенных факторов на объем ВРП по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых» и проведения сравнительного анализа с регионами ЦФО был применен эконометрический подход. В связи с отсутствием статистических данных за 2017 год по другим регионам, в качестве информационной базы были использованы данные за 2007-2016 гг. Модель, построенная по регионам ЦФО, может быть использована в качестве норматива для оценки состояния и функционирования выбранной сферы деятельности по методике, отраженной в [7, 8] на основе экономико-математического моделирования [3] с применением авторской экспертной системы [2].

Обобщенный индикатор оценки вычисляется по формуле:

$$x_k(t) = \frac{\sqrt{\prod_{p=1}^m \prod_{q=1}^m \hat{a}_{pq} \hat{a}_{pq} r_{pq} \times y_{k,p}^0(t) \times y_{k,q}^0(t)}}{\sqrt{\prod_{p=1}^m \prod_{q=1}^m \hat{a}_{pq} \hat{a}_{pq} \hat{r}_{pq} \times \hat{y}_{k,p}^0(t) \times \hat{y}_{k,q}^0(t)}}. \quad (1)$$

Здесь  $x_k(t)$  – обобщенный показатель результативности;  $y_{k,i}^0(t)$ ,  $\hat{y}_{k,i}^0(t)$  – фактические и нормативные значения стандартизованных результативных признаков  $k$ -того региона,  $r_{pq}$  и  $\hat{r}_{pq}$  соответствующие парные коэффициенты корреляции;  $t$  – параметр времени ( $t=1..T$ ),  $i(p,q)=1..m$ ,  $m$  – число результативных признаков, индекс «0» показывает, что проведена процедура нормализации (приведение к шкале от 0 до 1), после стандартизации по следующим формулам:

$$y_{k,i}^0(t) = \frac{y_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}, \quad (2)$$

$$\hat{y}_{k,i}^0(t) = \frac{\hat{y}_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}. \quad (3)$$

Здесь  $y_{k,i}^*$ ,  $\hat{y}_{k,i}^*$  – стандартизованные результативные признаки, определяемые по формулам:

$$y_{k,i}^*(t) = \frac{y_{k,i} - M(y_i(t))}{s(y_i(t))}, \quad (4)$$

$$\hat{y}_{k,i}^*(t) = \frac{\hat{y}_{k,i} - M(\hat{y}_i(t))}{s(\hat{y}_i(t))}, \quad (5)$$

где  $M(y_i(t))$ ,  $M(\hat{y}_i(t))$ ,  $s(y_i(t))$ ,  $s(\hat{y}_i(t))$  – математические ожидания и среднеквадратические отклонения соответственно.

Если обобщенный или частный (в случае рассмотрения одного индикатора) показатели больше единицы, то можно рассматривать функционирование объекта исследования как удовлетворительное.

В качестве модели для формирования нормативов, рассмотрение которых в динамике определяет траекторию устойчивого развития, была получена стандартизованная модель мультипликативного степенного вида, аналогичная неоднородной модели Кобба-Дугласа:

$$\hat{y}_{1,2}^* = (x_{1,2,1}^*)^{0,6445} \times (x_{1,2,2}^*)^{0,3008}, \quad (6)$$

где  $\hat{y}_{1,2}^*$  – стандартизованное значение объема ВРП по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», скорректиро-



ванное на уровень инфляции и приведенное к 2007 году;  $x_{1,2,1}^*$  – стандартизованная стоимость основных фондов по полной учетной стоимости на конец года по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых», скорректированная на уровень инфляции и приведенная к 2007 году;  $x_{1,2,2}^*$  – стандартизованная среднегодовая численность занятых по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых». Коэффициент детерминации  $R^2=0,598$ , расчетное значение критерия Фишера  $F_{расч}=124,020$  при критическом значении  $F_{кр}=3,050$  для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 167. При этом оценка параметров нестандартизованной модели (указано расчетное значение t-критерия (в скобках стандартная ошибка) трасч) составила для  $c_0=35,289$  (0,301),  $c_1=7,632$  (0,087),  $c_2=3,562$  (0,110), при критическом значении критерия Стьюдента  $t_{кр}=1,974$  для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 167. Точность модели (средняя относительная ошибка аппроксимации) составила  $E_{отн}=3,983\%$ .

Динамика показателя результативности, вычисленного по формуле (1), представлена в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Динамика показателя результативности объема ВРП по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» в Тульской области**

| Период     | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Показатель | 0,262 | 0,324 | 0,443 | 0,506 | 0,707 | 0,620 | 0,362 |

Как видно из таблицы, индикатор существенно меньше единицы, а его резкое снижение начинается с 2015 года.

Можно сделать вывод, что наличие в этот период основных фондов и численности занятых не дали ожидаемый эффект от их использования. Нормативное значение (вычисленное по модели) в 2016 году почти в 3,54 раза выше фактического результата. В 2015 году это отношение было равно 2,03. Можно предположить, что существует потенциал для развития данной отрасли, реализация которого позволит сократить различия между фактическими и нормативными значениями.

Для выявления причин, повлиявших на такой результат, была построена модель (7) по данным только для Тульской области за 2007-2016 гг. Однако недоступность информации по отдельным муниципальным образованиям и организациям позволяет опереться только на региональные сводные показатели. В результате выборка составила

всего 10 точек, количество которых также определяет качество модели.

$$\hat{y}_{1.270}^* = (x_{1.2,1}^*)^{-0,4032} \times (x_{1.2,2}^*)^{-0,4737} . \quad (7)$$

Соотношение (7) оказалось качественно неадекватным, поскольку видно, что стоимость основных фондов и численность занятых разнонаправлены с объемом ВРП, а это противоречит основным экономическим законам.

С целью построения адекватной модели было проанализировано влияние на объем ВРП по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» таких факторов как: степень износа основных фондов и ввод в действие основных фондов, которые при статистическом анализе оказались незначимыми. Влияние инновационной составляющей, включающей внутренние затраты на научные исследования и разработки и затраты на технологические инновации, проявилось только при изучении совокупного ВРП по всем видам экономической деятельности. К тому же данные по отдельным видам ОКВЭД отсутствуют в открытом доступе.

Дальнейшие исследования позволили получить следующую модель:

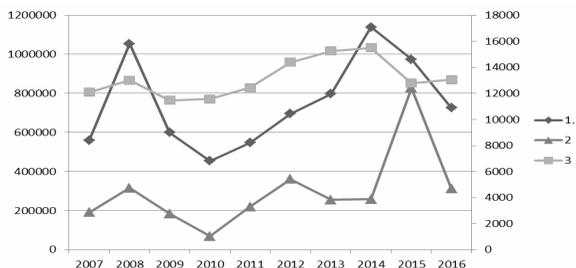
$$\hat{y}_{1.270-A}^* = (x_{1.2,4.3}^*)^{0,4557} \times (z_{1.2,1}^*)^{0,5211} , \quad (8)$$

где  $x_{1.2,4.3}^*$  и  $z_{1.2,1}^*$  – стандартизованные среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций и инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» соответственно. Каждый из факторов скорректирован на уровень инфляции и приведен к 2007 году. Коэффициент детерминации  $R^2=0,580$ , расчетное значения критерия Фишера  $F_{расч}=4,829$  при критическом значении  $F_{кр}=4,737$  для заданного уровня значимости 0,05 и числа степеней свободы 7.

При этом оценка параметров составила для  $c_0=0,044$  (6,203),  $c_1=2,196$  (0,116),  $c_2=1,920$  (0,678), при критическом значении критерия Стьюдента  $t_{кр}=1,895$  для заданного уровня значимости 0,1 и числа степеней свободы 7.

На рис. 1 наглядно просматривается зависимость между объемом ВРП и соответствующими факторами.

Действительно, при увеличении объема инвестиций наблюдался рост объема ВРП. Размер заработной платы, на фоне более высоких в других отраслях промышленности, приводит к снижению производственной активности работников организаций и их переходу в другие сферы деятельности.



**Рис. 1.** Динамика объема ВРП (линия 1), инвестиций в основной капитал (линия 2) и среднемесячной заработной платы (линия 3) по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых».

Следовательно, решениями, направленными на оздоровление сферы деятельности «Добыча полезных ископаемых», могут быть: стимулирование работников в части повышения их заработной платы до уровня средней по региону, привлечение инвестиций в развитие данного сектора, а также обеспечение загрузки производственных мощностей за счет увеличения рынка сбыта в соседних регионах. Инвестиционная привлекательность может быть обеспечена за счет переоценки балансовых запасов нераспределенных месторождений области и изменения региональной налоговой политики, касающейся предприятий добывающей отрасли. Также необходимо активизировать мероприятия по пресечению незаконной добычи полезных ископаемых. Все это требует более детальной проработки со стороны органов управления на региональном уровне с привлечением специалистов в данной области.

#### Примечание

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тульской области в рамках научного проекта № 18-410-710001 (p\_a)

#### Библиографический список

1. Грязев М.В., Качурин Н.М., Захаров Е.И. Горнодобывающая отрасль в экономике Тульской области. Состояние и перспективы // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2015. – № 2. – С. 57-66.

2. Жуков Р.А. Внедрение программных экономико-математических комплексов в практику деятельности органов государственного управления // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-3. – С. 555-559.

3. Жуков Р.А. Оценка объема платных услуг населению как составляющей экономики регионов на основе экономико-математического моделирования // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2017. – Т. 19. – № 2 (39). – С. 58-68.

4. Социально-экономическое положение Тульской области, январь-июль 2018 года. Крат. стат. сб./Туластат – Тула, август, 2018 – 278 с.

5. Тульская область в цифрах 2016: Крат. стат. сб./Туластат – Тула, 2017 – 284 с.
6. Федеральная служба государственной статистики РФ. Валовой региональный продукт [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/vvp/vrp98-16.xlsx](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/vrp98-16.xlsx) (дата обращения 30.06.2018).
7. Zhukov R.A. Economic Assessment of the Development Level of the Central Federal District Regions of the Russian Federation: Econometric Approach // Statistika. – 2018. – Vol. 98. – No. 1. – Pp. 53-68.
8. Zhukov R.A. Model of Socio-Ecological and Economic System: the Central Federal District Regions of the Russian Federation // Statistika. – 2018. – Vol. 98. – No. 3. – Pp. 237-261.



УДК

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕГРН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ РЕГИ ОНОВ**

**Басова И.А., Иватанова Н.П., Липская Е.О.**  
*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*Рассматриваются возможные пути повышения инвестиционной привлекательности объектов недвижимости (ИПОН) на основе актуализации данных ЕГРН для повышения инвестиционного потенциала Тульской области и его вовлечения в хозяйственный оборот.*

*Ключевые слова: реестр недвижимости, объекты недвижимости, регистрация прав, кадастровый учет недвижимости, инвестиционный процесс*

Инвестиционная привлекательность регионов – кумулятивная характеристика регионов страны относительно таких аспектов, как инвестиционный климат, возможность привлечения инвестиционных ресурсов, уровень развития инвестиционной инфраструктуры. Инвестиционная привлекательность региона включает в себя совокупность «выгод для инвестора, связанных с территорией». Выгоды определяются уровнями финансовой устойчивости регионального бюджета и предприятий региона, внутреннего рынка региона, региональной инфраструктуры, институциональной среды, которые, среди прочего, определяются достоверностью полученной информации об объектах региональной недвижимости.



В настоящее время в России происходят коренные изменения в области земельно-имущественных отношений: формируется и начинает функционировать Единый государственный реестр недвижимости, как Федеральная информационная система (ФГИС ЕГРН), содержащая сведения (кадастр) об объектах недвижимости и имущественных правах на них [6].

Сущность инвестиционной политики заключается в обеспечении воспроизводства основных фондов производственных и непроизводственных отраслей, их расширении и модернизации. Уже в самом определении сущности инвестиционной политики заложена связь с Единым Государственным Реестром Недвижимости (ЕГРН), поскольку:

1) основные фонды - это средства труда, многократно участвующие в производственном процессе и сохраняющие при этом свою натуральную форму, стоимость которых переносится на создаваемую продукцию постепенно, по частям, в процессе износа (амортизации).

К основным фондам относятся:

- здания (производственные корпуса, склады, лаборатории);
- сооружения (дороги, мосты, туннели, эстакады);
- земельные участки;
- внутрихозяйственные дороги (дороги на территории предприятия); передаточные устройства (теплосети, электросети, газопроводы – все, что передает энергию и вещества);
- машины и оборудование: - рабочие (станки, доменные печи);
- силовые (генераторы, турбины);
- рабочий, продуктивный и племенной скот (лошади, быки, коровы, свиноматки); многолетние насаждения (плодоносящие сады, лесозащитные полосы);
- прочие непроизводственные фонды (музейные ценности, библиотечные фонды).

2) Под понятием "недвижимость" традиционно понимают землю и все улучшения, постоянно закрепленные на ней (здания, сооружения, объекты незавершенного строительства).

В статье 130 ГК РФ приводится следующее определение: «..недвижимость (**недвижимое имущество**) - земельные участки, **участки недр, и всё, что прочно связано с землей, то есть объекты, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе** здания, сооружения, объекты незавершенного строительства».

К существенным признакам недвижимости относятся следующие:

§ недвижимость невозможно перемещать без нанесения объекту ущерба;

§ прочно связана с землей как физически, так и юридически;

§ долговечность объекта инвестирования;

§ стоимость недвижимости высока;

§ каждая единица недвижимости уникальна по своим физическим характеристикам;

§ потеря потребительских свойств происходит постепенно по мере износа;

§ новое строительство особенно влияет на стоимость рядом находящейся недвижимости;

§ способность удовлетворять потребность человека в жилой и иной площади определяется полезностью недвижимого имущества;

§ строгое государственное регулирование сделок с недвижимостью.

К свойствам недвижимости относятся:

1. полезность (объекты недвижимости должны максимально удовлетворять потребности собственника);

2. фундаментальность (недвижимости при обычных условиях невозможно потерять, сломать или похитить);

3. стационарность (объекты недвижимости тесно связаны с землей);

4. неповторимость (каждый объект недвижимости уникален);

5. ликвидность (недвижимость обладает низкой ликвидностью)

В составе основных средств в настоящее время учитываются капитальные вложения на улучшение земель (орошение, осушение и т.п.), капитальные вложения в арендованные основные средства, объекты природопользования (воды, леса, месторождения полезных ископаемых и т.д.). С развитием товарно-денежных отношений в сфере недвижимости и рынка недвижимости в состав основных фондов включают также и инвестиции в коренное улучшение земель и затраты, связанные с передачей права собственности [10].

Можно выделить и особые признаки, которые носят характер инвестиционных акцентов, что способствует более успешному исследованию рынка недвижимости [5] (Таблица 1).

Характер инвестиционной политики определяется степенью государственного вмешательства в экономические процессы, степенью увязки данной политики с иными государственными институтами, к которым относятся налоговая, финансово-кредитная, лицензионная и ценовая политика, политика доходов и занятости, привлечения ино-



странных инвестиций, правовое поле и общий административный уклад.

**Таблица 1**

**Классификация недвижимости с позиций вовлечения в инвестиционный процесс**

| Классификационный признак с позиций инвестирования | Виды недвижимости   |
|--|---|
| По целям владения                                  | 1. Для ведения бизнеса 2. Для проживания владельца 3. Для получения дохода в качестве инвестиций  |
| По степени готовности к эксплуатации               | 1. Введенные в эксплуатацию 2. Требующие реконструкции или капитального ремонта 3. Незавершенное строительство                            |
| По степени воспроизводства в натуральной форме     | 1. Невоспроизводимые: земельные участки, месторождения полезных ископаемых 2. Воспроизводимые: здания, сооружения, многолетние насаждения |

Современная региональная инвестиционная политика, проводимая большинством регионов России, оценивается как формализованная и централизованная [7,14].

Роль государственного вмешательства в РФ значительна как по объемам контролируемых им инвестиций (~60%), так и по степени регулирования данного процесса. Однако в настоящее время происходит постепенный переход от формализованного централизованного типа государственной инвестиционной политики к формализованному либеральному ее типу.

К основным видам инвестиций на региональном уровне относятся:

- государственные, которые обеспечивают условие эффективного функционирования экономики страны, и частные, с помощью которых получают дополнительную прибыль на вложенные средства;
- реальные, отражающие прямые вложения в прирост реального капитала в какой-либо отрасли экономики, и финансовые, как вложение капитала в ценные бумаги;
- внутренние, которые осуществляются за счет средств резидентов, и иностранные, осуществляющиеся за счет средств нерезидентов.

Инвестиционному процессу в регионах Российской Федерации присущи свои особенности, и в нем можно выделить, по крайней мере, два направления развития: федеральный центр - регион; региональное правительство - региональные промышленные и финансовые институты [7,17].

В первом случае происходит передача централизованных управляющих функций в пользу региональных властных структур при одновременном истощении федеральных источников инвестиций. В настоящее время ни в одном регионе России федеральное правительство не осуществляет комплексную инвестиционную политику, поэтому все инвестиционные потоки формируются на локальном уровне.

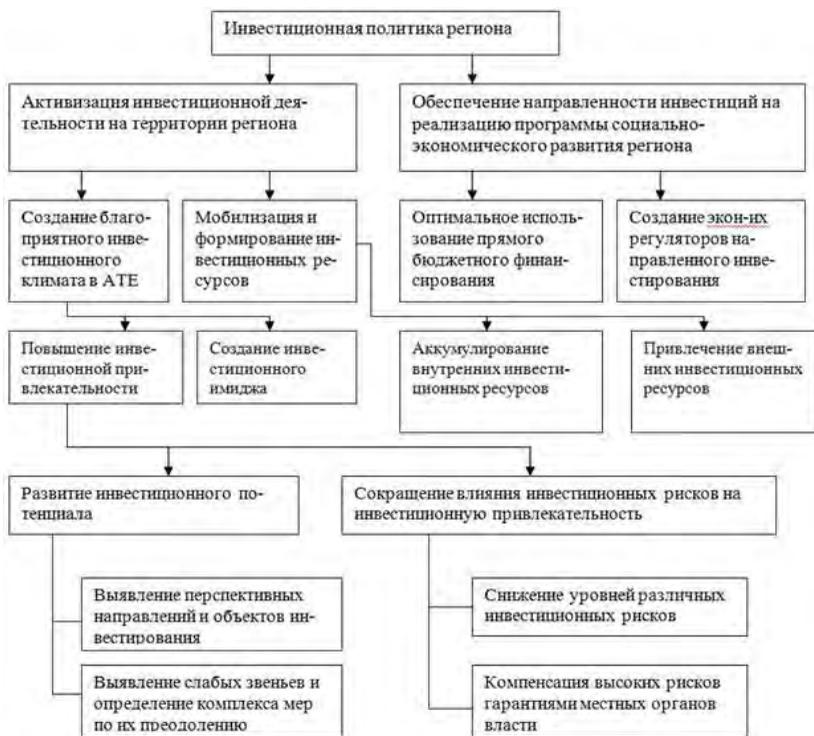


Рис. 1 - Цели и задачи инвестиционной политики региона

Во втором случае экономическая политика региональных властных структур приводит к постепенному сокращению объемов государственных инвестиций, увеличению числа приватизированных пред-



приятий и утрате части собственных контролирующих и управляющих функций в сфере воспроизводства. Доля прямых государственных инвестиций в валовых капитальных вложениях незначительна (Рисунок 1) [12].

Таким образом, современный инвестиционный процесс в регионе характеризуется сокращением доли государственных инвестиций при сохранении государственного контроля над подавляющим объемом капитальных вложений

Важную роль в проведении инвестиционной политики призвана сыграть ФГИС ЕГРН, создаваемая в рамках утвержденной Федеральной целевой программы «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2020 годы)» (ФЦП 2014–2020 гг.), и которая должна существенно повлиять на учетно-регистрационные процедуры, осуществляемые на территории Российской Федерации [6].

Государственный реестр недвижимости – относительно новое понятие, которое подлежит применению в сфере регистрации недвижимости с 1 января 2017 года. С этого момента вступил в силу новый федеральный закон – ФЗ №218 «О государственной регистрации недвижимости». Этот нормативный акт пришел на смену двум популярным законам – ФЗ №221 «О государственном кадастре недвижимости» и ФЗ №122 «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» [3,4].

Данные ЕГРН являются для государства и частных инвесторов источником и базой деятельности различных министерств и ведомств на государственном и региональном уровне, в налогообложения, управления государственным и муниципальным имуществом, в целом [13].

Состав материалов для инвестора, предполагает ряд документов, которые можно сгруппировать по назначению:

- документы территориального социально-экономического развития;
- документы по планировке территорий;
- правила землепользования и застройки [1,2].

Основные принципы законодательства об инвестиционной деятельности обуславливают необходимость своевременной и оперативной подготовки градостроительной документации, для обеспечения устойчивого развития территорий на основе территориального планирования и градостроительного зонирования, а также осуществления строительства на основе документов территориального планирования и правил землепользования и застройки.

Для повышения инвестиционной привлекательности региональные органы власти должны создавать благоприятные условия для вложения средств, сокращая административные барьеры для инвесторов. Например, одним из оцениваемых показателей является период времени с момента подачи документов на предоставление земельного участка до получения разрешения на его получение. Регионы и муниципалитеты, имеющие более низкое значение данного показателя, получают более высокие рейтинговые оценки [11,15,16].

Выписка из ЕГРН может потребоваться инвестору в случаях проверки обременения перед покупкой (арест, залог по кредиту, не закрытый ипотечный кредит, прописанные жильцы), приватизация жилья, подачи заявления на улучшение жилищных условий, оформления дарения и передачи в наследство объекта недвижимости, получения залогового кредита, судебных споров и т.д. [14,19].

Инвестиционная политика региона предусматривает создание системы прямых мер и механизмов направленности инвестиций на реализацию приоритетов местной социально-экономической политики и совокупности косвенных мер, ориентированных на решение общих задач по активизации инвестиционной деятельности в регионе, осуществляемых посредством координации и взаимодействия усилий государства, местного самоуправления и экономических рыночных субъектов.

В частности, результатом использования инвестиционных преимуществ региона с использованием ФГИС ЕГРН станет:

- создание целостной системы стратегического управления региональной недвижимостью;
- создание структуры для оказания консультационных и информационных услуг для бизнеса, в том числе среднего и малого;
- использование практики содействия инвесторам при реализации инвестиционных проектов в субъекте Российской Федерации посредством внедрения принципа «одного окна»;
- обеспечение правового регулирования регионального рынка недвижимости;
- установление основ правового регулирования и общих принципов организации отношений в рамках государственно-частного партнерства;
- принятие нормативно-правовых актов, увеличивающих прямую финансовую нагрузку на хозяйствующие субъекты, законодательное закрепление предельных сроков принятия всех необходимых документов;



- установления принципов создания и функционирования технопарков, создания правовых условий для их развития;
- реализация целевых программ подготовки квалифицированных рабочих кадров, создание региональных брендов.

Вместе с тем, непроработанность организационного механизма реализации Федеральной целевой программы на 2014–2020 гг. привели к низкому уровню достоверности и сопоставимости данных ГКН и ЕГРП, низкому уровню развития информационных ресурсов по учету и регистрации недвижимости, что повлияло и на экономико-правовые процессы в стране. [9].

Выявление причин, приведших к некорректной реализации положений федерального закона, и оценка влияния сложившейся ситуации являются актуальными в современных условиях действительности.

В результате недостоверности и несопоставимости данных ГКН и ЕГРП, на базе которых происходило создание ФГИС ЕГРН, привели к невозможности объединения всех сведений, потере части характеристик объекта недвижимости при частичном совпадении данных.

Низкий уровень развития информационных ресурсов не позволил обеспечить функционирование ЕГРН по централизованной схеме.

Просчеты в объемах закупки носителей усиленных квалифицированных электронных подписей, необходимых каждому специалисту органов, осуществляющих учет и регистрацию объектов недвижимости, для осуществления работы с новой информационной базой ЕГРН привели к невозможности ее функционирования по положениям закона № 218-ФЗ.

Непродолжительность процессов обучения сотрудников работе с базой ЕГРН и отсутствие получения практических навыков также привели к невозможности корректного функционирования ЕГРН. По данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, окончание проведения процессов актуализации существующей информации в базе ЕГРН запланированное на летний период 2017 года, не состоялось [16].

Кроме того ошибки в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) могут стать источником существенных проблем для правообладателя - инвестора.

Ошибки могут быть техническими или реестровыми в зависимости от этапа, на котором произошло искажение информации [3].

Техническую ошибку (опечатку, грамматическую или арифметическую ошибку) может допустить работник Росреестра в процессе внесения записей в ЕГРН. Тогда данные ЕГРН будут отличаться от

сведений в документах, которые были представлены на кадастровый учет или регистрацию прав. Если исправление технической ошибки не влечет за собой прекращение, возникновение или переход права собственности, она исправляется по решению государственного регистратора прав, то есть самим ведомством.

Несоответствие в записях могут выявить госслужащие самостоятельно, либо заинтересованное лицо направит заявление об исправлении технической ошибки. Решение об исправлении технической ошибки также может быть принято судом. Во всех случаях техническая ошибка исправляется Росреестром в установленном порядке.

В случае, если недостоверные сведения содержались в документах, которые представлены на кадастровый учет или государственную регистрацию прав, и были воспроизведены в ЕГРН, имеет место реестровая ошибка.

Если исправление реестровой ошибки не влечет за собой прекращение, возникновение или переход права собственности, это тоже может быть сделано по решению государственного регистратора прав.

Для исправления реестровой ошибки, необходимо запускать процедуру внесения изменений в сведения ЕГРН в связи с исправлением реестровой ошибки. Для этого требуется собрать необходимый пакет документов (межевой план, технический план, акт обследования, и т.д.) и подать через МФЦ.

Документы, содержащие необходимые для исправления реестровых ошибок сведения могут поступить в Росреестр также в порядке межведомственного информационного взаимодействия (без участия гражданина), в случае если ошибка содержалась в таких документах.

Если исправление технической или реестровой ошибки влечет за собой прекращение, возникновение или переход зарегистрированного права собственности, ситуация может быть разрешена только в судебном порядке.

Для подготовки эффективно работающей документации для инвестора, необходимо иметь достоверные кадастровые данные и учесть все особенности развития территории.

Как правило, на подготовительном этапе подготовки пакета документов для инвестора, выполняют анализ нормативно-правовой базы для конкретного региона, обеспечивается наличие актуальных данных об объекте инвестирования, создается общая база данных об объектах градостроительной деятельности, выполняется анализ информации об учтенных земельных участках.

Важным звеном при подготовке документов является анализ актуальности документов и сведений, и при необходимости проводят



определение или уточнение границ административных границ образований, границ населенных пунктов и субъектов РФ, с последующим занесением сведений в ЕГРН [8].

Системный подход ЕГРН в отношении повышения инвестиционной привлекательности региона основывается на базовых принципах: эффективности принятия решений для выполнения предложенных программ территориального планирования, устойчивости; целостности; непрерывности, что обуславливает необходимость наблюдения за развитием территорий при их постоянной трансформации, а также обновление картографических основ; иерархии в политической организации территории РФ; согласования, что означает постоянное взаимодействие структур ЕГРН и органов, выполняющих территориальное планирование территории [9,18].

Таким образом, ЕГРН является единственным источником нужной информации при разработке инвестиционной стратегии развития территории.

#### **Библиографический список:**

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 №136-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017)// Собрание законодательства РФ от 30.06.2014 № 26 ст. 3377
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ
3. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (с изм. и доп. от 03.03.2016) «О государственной регистрации недвижимости»
4. Федеральный закон от 24.07.2007 N221-ФЗ (ред. от 01.05.2016) "О кадастровой деятельности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.05.2016)
5. Федеральный закон от 24.07.2007 N221-ФЗ (ред. от 01.05.2016) "О кадастровой деятельности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.05.2016)
6. Постановление Правительства РФ от 10.10.2013 N 903 (ред. от 17.02.2018) "О федеральной целевой программе "Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014 - 2020 годы)"
7. Аскинадзи В.М., Максимова В.Т. Инвестиционное дело – 2012
8. Басова И.А., Липская Е.О., Ксенофонтов В.И. Комплексные кадастровые работы как базис для создания единого реестра объектов недвижимости.- - 12-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики», Тула - Донецк –Минск, 6-7 ноября 2016 г.
9. Боброва Л.А. Управление инвестиционным климатом региона: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Сочинский научно-исследовательский центр Российской академии наук. Сочи, 2011г.
10. Войтоловский Н. В. Комплексный экономический анализ предприятия// Войтоловский Н. В., Калинин А. П. // СПб.: Питер, 2010.-256
11. Гранова И.В. Оценка недвижимости. – СПб.: Питер, 2002 – 256 с.
12. Ивлева Е.С., Шашина Н.С. Теория и практика разработки муниципальных целевых программ // Экономика и управление. 2012. № 2 (76). С. 46-50

13. Карник, А. П. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы [Текст] / А. П. Карник, Д. В. Лисицкий // *Геодезия и картография*. – 2009. – № 5. – С. 41–44
14. Лапушинская Г. К., Петров А. Н. *Планирование в условиях рынка: учебное пособие*. – М.: Издательско-торговая компания «Дашков и К», 2003г.
15. Москалева Н.Б. *Инвестиционная привлекательность регионов – основа для повышения качества автотранспортных услуг населению, роста других показателей субъектов Российской Федерации* // *Региональная экономика: теория и практика*. 2014. №37. С. 10-21
16. Национальное рейтинговое агентство *Итоги V ежегодного рейтинга инвестиционной привлекательности регионов России, 2018г.*, 13 с. URL:<http://www.ranational.ru/ratings/regions/> (дата обращения: 23.05.2015);
17. Рейтинговое агентство «Эксперт РА» - рейтинги, исследования, обзоры, конференции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://raexpert.ru>
18. *Стратегия социально-экономического развития Тульской области до 2030 года*, -Тула, 2014
19. Устюжина О.Н., Хусаинова С.В. *Анализ подходов и методов оценки инвестиционной привлекательности регионов* // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика* - 2013.- Выпуск № 2
20. Ярмухаметов В.Г. *Особенности управления инвестиционной деятельностью муниципальных образований* // *Инновации и инвестиции*. 2011. № 2. С. 45-50



УДК

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА)**

**Басова И.А., Иватанова Н.П., Тихонов Н.А.**  
*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*В статье приведены показатели земельного контроля по исполнению функции земельного контроля (надзора), исследуется роль контроля в современной системе управления земельными ресурсами.*

*Ключевые слова: земельный контроль (надзор), функции земельного контроля, эффективность надзорной деятельности.*

Земельный контроль как правовая мера выполняет три основные функции:

- предупредительную, направленную на предотвращение еще не начавшегося противоправного воздействия на земельные участки;
- информационную, направленную на сбор сведений о подконтрольных объектах,



- карательную, направленную на привлечение нарушителей земельного законодательства к юридической ответственности.

Классификацию видов земельного контроля можно производить по нескольким критериям.

А. По критерию субъекта, осуществляющего земельный контроль, следует выделить государственный, муниципальный, производственный и общественный земельный контроль. При этом необходимо иметь в виду, что государственный земельный контроль может осуществляться только федеральными органами власти. Возможность проведения государственного земельного контроля субъектами РФ ЗК РФ не предусматривает.

Б. По критерию направленности контроля следует различать внешний (надведомственный) и внутренний (внутриведомственный) земельный контроль. Внутренний земельный контроль осуществляется самим хозяйствующим субъектом (соответствующими структурными подразделениями) и носит название производственного. Земельный контроль в отношении организационно неподчиненных объектов проявляется в форме государственного, общественного и муниципального земельного контроля.

Государственный земельный контроль - это система мер, проводимых органами государственной власти Российской Федерации, направленных на предупреждение, выявление и пресечение нарушений федеральных законов и иных нормативных правовых актов, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований в области использования и охраны земель.

Государственный земельный контроль следует подразделить на общий, который осуществляется органами общей компетенции (Президент РФ, Правительство РФ и т.д.), и специальный, осуществляемый специально уполномоченными органами исполнительной власти, главным образом, Федеральным агентством кадастра объектов недвижимости.

Государственный земельный контроль как элемент механизма управления земельными ресурсами имеет ряд особенностей:

- Первая особенность полномочий органов государственного земельного контроля состоит в том, что их деятельность носит надведомственный характер, охватывает все категории земель, а также деятельность любых хозяйствующих субъектов независимо от форм собственности.

- Вторая особенность государственного земельного контроля заключается в содержании мер административного принуждения, применяемым государственными инспекторами к нарушителям зе-

мельного законодательства. К числу таких мер относятся меры административной ответственности (предупреждение, штраф), административного пресечения (например, меры пресечения нарушений санитарного законодательства, выдача предписаний) и т.д. Утверждены и перечни должностных лиц, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях (1).

В настоящее время показатели эффективности государственного земельного контроля (надзора) определяются на основании сведений, содержащихся в:

- планах мероприятий по осуществлению государственного земельного контроля надзора за использованием земель на территории муниципального образования;
- материалах по проведению проверок по государственному земельному надзору;
- книгах проверок соблюдения земельного законодательства.

Данные, представленные в использованных материалах, являются подлинными, точными, полными и в результате полностью пригодны к использованию при расчете показателей эффективности мероприятий по государственному земельному надзору и их анализе. В связи с этим, полученные результаты являются объективными и соответствуют действительности.

Итак, для анализа и оценки эффективности государственного земельного надзора рассчитываются и анализируются следующие показатели, в том числе в динамике:

- общее количество проведенных проверок;
- количество проведенных плановых и внеплановых проверок;
- соотношение проверок в отношении физических лиц и юридических лиц;
- доля проверок, результаты которых признаны недействительными;
- доля проверок, проведенных с нарушениями требований законодательства РФ о порядке их проведения, по результатам которых к должностным лицам применены меры дисциплинарного, административного наказания.

Кроме того, в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей рассчитываются и анализируются следующие показатели эффективности надзора:

- выполнение плана проведения проверок;
- доля проверок, по итогам которых выявлены правонарушения;
- доля проверок, по итогам которых были возбуждены дела об административных правонарушениях;



- доля правонарушений, связанных с неисполнением предписаний.

Содержание полномочий органов местного самоуправления в области земельных отношений основано главным образом на полномочиях местного самоуправления, установленных Конституцией и федеральными законами. Это касается и полномочий в области распоряжения муниципальной земельной собственностью, и вопросов управления земельным имуществом. Согласно ст. 130 Конституции РФ местное самоуправление в Российской Федерации обеспечивает самостоятельное решение населением вопросов местного значения, владение, пользование и распоряжение муниципальной собственностью. Конституцией также гарантировано, что органы местного самоуправления самостоятельно управляют муниципальной собственностью, формируют, утверждают и исполняют местный бюджет, устанавливают местные налоги и сборы, осуществляют охрану общественного порядка, а также решают иные вопросы местного значения.

Важную роль в земельных отношениях органы местного самоуправления играют благодаря тому, что НК РФ установлено, что земельный налог считается налогом местным. Это означает, что существующие полномочия в области взимания земельного налога ложатся именно на органы местного самоуправления (1, 2).

Порядок ведения муниципального земельного контроля определяется нормативно-правовыми актами органа в местного самоуправления. Правообладатели земельных участков по требованию специалиста отдела муниципального земельного контроля обязаны: обеспечивать свое присутствие или присутствие своих представителей при проведении мероприятий по муниципальному земельному контролю; представлять документы о правах на земельные участки, об установлении сервитутов или особых режимов использования земель, проектно-технологические и другие материалы, регулирующие вопросы использования и охраны земель; оказывать содействие в организации мероприятий по муниципальному земельному контролю и обеспечении необходимых условий специалистам отдела муниципального земельного контроля при выполнении указанных мероприятий.

Общественный земельный контроль - это деятельность граждан и их объединений по осуществлению проверки соблюдения установленного порядка подготовки и принятия исполнительными органами государственной власти и органами местного самоуправления решений, затрагивающих права и законные интересы граждан и юридических лиц, а также за соблюдением требований использования и охраны земель.

Осуществляется общественный земельный контроль, исходя из буквального толкования п. 2, лишь тремя категориями субъектов: органами территориального общественного самоуправления, общественными организациями (объединениями), гражданами. Характерно отличие субъектов общественного экологического контроля и субъектов земельного контроля: согласно ст. 12 Закона об охране окружающей среды, в осуществлении общественного экологического контроля участвуют общественные и иные некоммерческие объединения. ЗК РФ определяет участие общественности в этом смысле более узко (без иных некоммерческих объединений). С другой стороны, в качестве субъекта общественного экологического контроля в Законе об охране окружающей среды не указаны органы территориального общественного самоуправления, что вполне логично, учитывая их зависимость от муниципальных органов власти.

Производственный земельный контроль осуществляется специальной службой (отдельным работником) юридических лиц или индивидуальным предпринимателем на своих земельных участках и имеет задачей проверку соблюдения и исполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности требований законодательства в области использования и охраны земель.

Показатели деятельности отдела земельного контроля по исполнению функции земельного контроля включают следующие критерии:

1. выполнение утвержденного плана проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей за год от общего количества запланированных проверок;

2. доля подконтрольных юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность на территории муниципального района, в отношении которых органами муниципального земельного контроля были проведены проверки от общего количества подконтрольных юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность на территории муниципального района;

3. доля проведенных внеплановых проверок в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей ;

4. доля внеплановых проверок, проведенных по фактам нарушений, с которыми связано возникновение угрозы причинения вреда, в том числе жизни и здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия, имуществу физических и юридических лиц, безопасности государства, а также угрозы чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, с це-



люю предотвращения угрозы причинения такого вреда, от общего количества проведенных внеплановых;

5. доля юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, в деятельности которых выявлены нарушения обязательных требований, представляющие непосредственную угрозу причинения вреда, в том числе жизни и здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия, имуществу физических и юридических лиц, безопасности государства, а также угрозу чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

6. доля внеплановых проверок, проведенных по фактам нарушений обязательных требований, с которыми связано причинение вреда, в том числе жизни и здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия, имуществу физических и юридических лиц, безопасности государства, а также возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, с целью прекращения дальнейшего причинения вреда и ликвидации последствий таких нарушений, от общего количества проведенных внеплановых проверок;

7. доля юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, в деятельности которых выявлены нарушения обязательных требований, явившиеся причиной причинения вреда жизни и здоровью граждан, вреда животным, растениям, окружающей среде, объектам культурного наследия, имуществу физических и юридических лиц, безопасности государства, а также возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, от общего числа проверенных лиц;

8. доля выявленных при проведении внеплановых проверок правонарушений, связанных с неисполнением предписаний от общего числа выявленных правонарушений ;

9. доля проверок, по итогам которых по фактам выявленных нарушений возбуждены дела об административных правонарушениях, от общего числа проверок, в результате которых выявлены правонарушения;

10. доля проверок, по итогам которых по фактам выявленных нарушений наложены административные взыскания, в том числе по видам наказаний от общего числа проверок, в результате которых выявлены правонарушения;

11. доля заявлений органов муниципального контроля, направленных в органы прокуратуры о проведении внеплановых проверок, в согласовании которых было отказано в связи с нарушением порядка и

отсутствием оснований для проведения таких проверок от общего числа направленных в органы прокуратуры заявлений ;

12. доля проверок, по итогам которых по фактам выявленных нарушений материалы переданы в правоохранительные органы для возбуждения уголовных дел от общего числа проверок, в результате которых выявлены правонарушения;

13. доля проверок, проведенных органами муниципального земельного контроля с нарушением требований законодательства о порядке их проведения, по результатам выявления которых к должностным лицам органов муниципального земельного контроля, осуществившими такие проверки, применены меры дисциплинарного, административного наказания от общего числа проведенных проверок :

- удельный вес плановых проверок, в ходе которых выявлены нарушения земельного законодательства, и материалы по которым направлены в органы государственного контроля (надзора), к общему количеству проведенных проверок;

- доля проверок, результаты которых были признаны недействительными.

Таким образом, в результате проводимых мероприятий государственного земельного контроля (надзора):

1.актуализируется информационная база земельных ресурсов муниципального образования, которая включает в себя, в том числе, данные о пользователях земельных участков;

2.активизируются к оформлению прав на земельные участки граждане и юридические лица;

3.стимулируется целевое использование земель;

4.предотвращаются или снижаются случаи нарушения земельного законодательства.

**Библиографический список:**

1. В.Т. Батычко, *Земельное право в вопросах и ответах*, Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007г.

2. Ларионов Г.А., автореферат диссертации на тему "Правовое регулирование земельного контроля в Российской Федерации". Научная библиотека диссертаций и авторефератов <http://www.dissercat.com/content/pravovoe-regulirovanie-zemelnogo-kontrolya-v-rossiiskoi-federatsii#ixzz5VLFcIRW2>





УДК

## УГОЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ УГЛЕДОБЫЧИ

**Иватанова Н.П., Копылов А.Б.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

**Стоянова И. А.**

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия*

*Проведен анализ состояния угольной промышленности мира и России, основных положений долгосрочной программы развития угольной промышленности на период до 2030 года, направлений дальнейшего устойчивого развития угледобычи.*

*Ключевые слова: угледобыча, мировой энергетический рынок, стратегия развития угледобычи, ценовые факторы*

Энергетический сектор на протяжении многих лет обеспечивает и продолжает обеспечивать жизнедеятельность всех отраслей национального хозяйства и во многом определяет формирование основных финансово-экономических и социальных результирующих показателей развития стран и народов.

Уголь - первое ископаемое топливо, которое начал использовать человек. Сегодня в большей мере в качестве энергоносителей применяются нефть и газ. Несмотря на это, угольная промышленность продолжает играть важнейшую роль в социально-экономическом развитии цивилизации и в будущем будет усиливаться.

Последние годы характеризуются возрастающей ролью угля в мировой экономике.

В первую очередь к благоприятным факторам развития угледобычи в мире и в нашей стране следует отнести внешние экономические условия, т.к. динамика развития мирового энергетического комплекса свидетельствует, что период падения спроса на уголь и, соответственно, снижения его добычи, сменился заметным ростом того и другого, причем как по типам угля, так и по основным странам-производителям. Динамика мирового потребления угля, представленная на рис.1, свидетельствуют о его устойчивом росте.

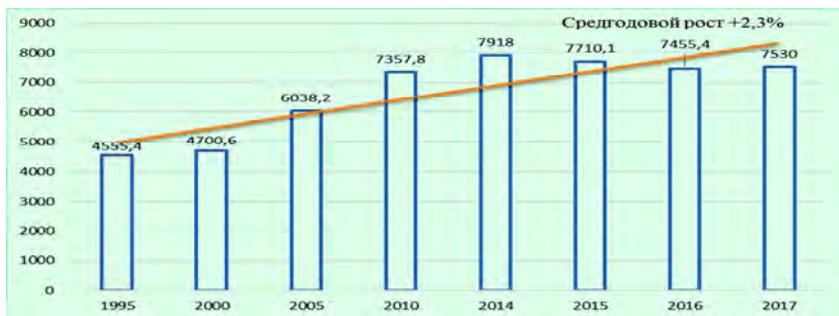


Рис. 1 - Динамика мирового потребления угля, млн т[4].

Развитые зарубежные страны в результате достигнутых успехов в области технологий экологически чистого сжигания угля и снижения себестоимости вырабатываемой на угольных электростанциях электроэнергии, активно используют уголь как основное топливо. Для многих развивающихся стран с их быстрым ростом населения энергия угля имеет решающее значение для развития промышленности и удовлетворения потребности в бытовом топливе.

Из этого следует, что постоянное повышение роли угля в мировой энергетике – стабильная тенденция, снижающая зависимость и уязвимость экономики от происходящего в последние годы постоянного и весьма значительного роста цен на нефть.

Высокий уровень цен на нефть и газ и ожидаемый переход к ускоренным темпам экономического роста в большинстве стран мира и, особенно в странах Азиатского региона, приведет к использованию альтернативных источников энергии, причем углю, благодаря его огромным запасам и повсеместной распространенности будет принадлежать растущая роль в диверсификации производства электроэнергии, о чем свидетельствует график на рис.2.

Значительно расширяется спрос на мировых рынках на коксующийся уголь, что связано с увеличением объемов производства сталелитейных компаний Азиатского региона (особенно интенсивно развивающейся металлургической промышленности Индии и Китая).

По мнению экспертов Всемирного Института Угля, в следующие 25 лет уголь будет являться движущей силой мировой экономики. При этом спрос на уголь возрастет, как минимум, на 50%.

По оценкам Международного энергетического агентства, при существующих темпах потребления разведанные запасы нефти будут исчерпаны уже через 30 лет, а газа - в ближайшие 50, в то время как



запасов угля (при самом интенсивном использовании) хватит на 200 лет.

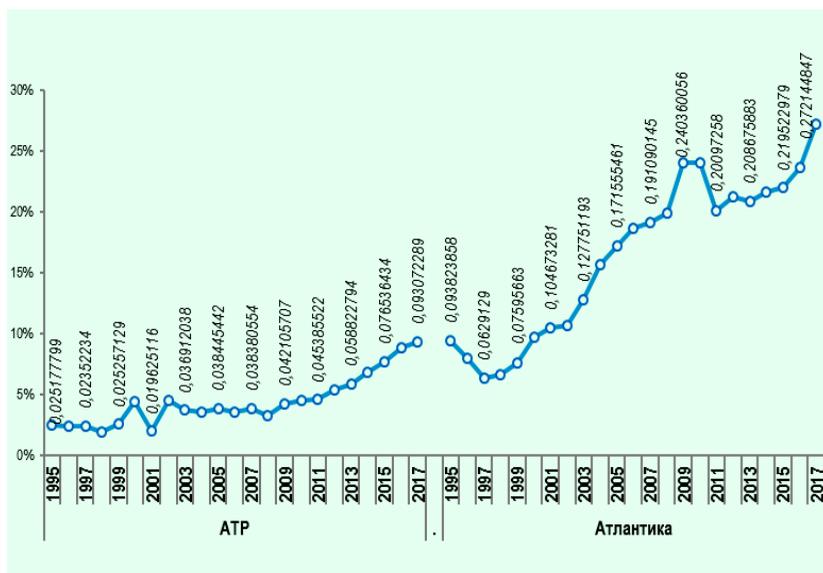


Рис. 2.– Темпы роста спроса на угли в странах АТР и Атлантике[4].

Между тем, перспективы развития мировой энергетики значительно зависят от ее ресурсной обеспеченности. В данном отношении угольная промышленность находится в гораздо лучшем положении, чем нефтяная и газовая промышленность, а, следовательно, в долгосрочной перспективе является более перспективной отраслью ТЭК.

В этих условиях, роль нашей страны на мировых энергетических рынках во многом будет определять ее геополитическое влияние [3].

С использованием угля производится примерно 44% всей мировой электроэнергии. В нашей стране этот показатель равен примерно 27%, что свидетельствует о необходимости роста добычи и потребления российского угля.

Таким образом, по мнению многих экспертов и специалистов-энергетиков, мировой рынок электроэнергетики находится на пороге перехода с газа на уголь, как наиболее предпочтительного для электростанций вида топлива.

Поэтому, внешние условия развития мировой экономики положительно воздействуют и будут воздействовать на рост добычи российского угля и рост его экспорта.

Топливо-энергетические ресурсы являются национальным достоянием России, основой ее независимости и безопасности. Их эффективное использование создает необходимые предпосылки для вывода экономики нашей страны на путь устойчивого развития, обеспечивающего рост благосостояния и повышение уровня и качества жизни населения.

По запасам угля Россия занимает второе место в мире, уступая лишь США. Разведанные запасы в стране составляют 193,3 млрд тонн, прогнозные ресурсы — 3 816,7 млрд тонн. При существующем уровне добычи угольных запасов хватит на 600 лет.

Поставки российских углей осуществлялись в 77 стран, из которых на долю 15 крупнейших стран-импортеров российского угля приходилось 84,3% всего отечественного углеэкспорта (в 2016 году – 82,7%). Доля стран АТР в ТОП-15 составляет 52,9% (в 2016 году – 54,7%). Крупнейшими странами-импортерами российских углей выступали Республика Корея – 26,1 млн т (–0,4 млн т, –1,6%), Китай – 25,6 млн т (+8,3 млн т, +47,9%), Япония – 17,6 млн т (–1,1 млн т, –5,8%), Турция – 13,7 млн т (+2,2 млн т, +19,4%) и Великобритания – 12,1 млн т (+0,99 млн т, +8,8%), Германия – 9,7 млн т (+1,2 млн т, +14,3%), Украина – 9,3 млн т (–0,65 млн т, –6,6%), Тайвань (Китай) – 8,8 млн т (+1,1 млн т, +15%), Польша – 7,7 млн т (+2,4 млн т, +45,4%) [3].

Намеченный социально-экономический рост в России влечет за собой существенное увеличение спроса на энергетические ресурсы, а необходимость наполнения бюджета средствами, требуемыми для решения социальных и экономических проблем, требует дальнейшего повышения эффективности функционирования топливно-энергетического комплекса РФ.

Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и мощным топливно-энергетическим комплексом, который является базой развития экономики, инструментом проведения внутренней и внешней политики.

Одна из ведущих отраслей ТЭК нашей страны - угольная промышленность России. Уголь применяют как технологическое сырье в черной металлургии, химической промышленности для производства минеральных удобрений и пластмасс, уголь является энергетическим сырьем для производства электроэнергии на ТЭС и для отопления жилищ[2].



Характеристику потенциальных возможностей добычи угля дает анализ **двух факторов: наличие сырьевой базы и возможности развития мощностей**, необходимых для добычи угля в объеме, удовлетворяющем потребности страны.

Угольная промышленность России среди других отраслей топливно-энергетического комплекса имеет наиболее обеспеченную сырьевую базу. В пределах Российской Федерации находится 22 угольных бассейна и 114 месторождений, которые распределены по ее территории весьма неравномерно [2].

Общие прогнозные запасы составляют около 4 триллионов тонн, т.е. 10% от мировых, а общие балансовые запасы угля в России оцениваются в 200 млрд. т. Сырьевой базой угольной промышленности принято считать разведанные запасы категорий А+В+С1 действующих, строящихся угледобывающих предприятий и детально разведанных резервных участков для строительства новых угледобывающих предприятий. В соответствии с этими нормами в сырьевой базе угольной промышленности учитываются запасы угля в количестве 106 млрд. тонн.

Основной объем (до 80%) балансовых запасов приходится на районы Западной и Восточной Сибири.

Российская Федерация располагает значительными балансовыми запасами угля (более 200 млрд. т – 12 % мировых запасов), реально разведано – 105 млрд. т. Геологические ресурсы углей оцениваются в 4450 млрд. т, что составляет более 30 % мировых запасов.

По типам углей в структуре разведанных запасов Российской Федерации преобладают бурые – 51,2 %, на долю каменных углей приходится 45,4%, антрацитов – 3,4 %. Запасы коксующихся углей составляют 40 млрд. т, из них запасы особо ценных марок углей – 20 млрд. т (в том числе промышленных категорий, вовлеченных в разработку – свыше 6 млрд. т), которые сосредоточены в основном на глубоких горизонтах (более 300 м) и требуют дополнительного геологического изучения и значительных капитальных затрат для освоения. Месторождения угля расположены группами, образуя бассейны.

Основные запасы коксующихся и других каменных углей всех марок – от длиннопламенных до антрацитов сосредоточены в одном из главных угольных бассейнов России – Кузнецком. Разведанный сырьевой потенциал Кузнецкого бассейна – 57,3 млрд. т, мощность пластов от 6-14 м, а в ряде мест достигает 20-25 м. Кузбасс находится на территории Кемеровской области. Угли Кузбасса характеризуется низкой зольностью, низким содержанием азота и серы и высокой калорийно-

стью – до 8,6 тыс. ккал. По запасам, качеству и мощности пластов Кузбассу принадлежит одно из первых мест в мире.

Крупнейшей российской сырьевой базой для энергетики являются бурые угли Канско-Ачинского бассейна, запасы которого составляют 600 млрд. тонн. Расположен он в пределах Красноярского края и Кемеровской области. Мощность пластов – от 14 до 17 м. Пласты угля выходят на поверхность, что позволяет добывать уголь открытым способом. Канско-Ачинские угли имеют самую низкую себестоимость в России.

Печорский бассейн находится на территории республики Коми за полярным кругом и является второй крупной угольной базой. Запасы – 210 млрд. тонн. Угли отличаются хорошим качеством, имеют теплотворную способность 4-7,6 тыс. ккал. Около трети углей хорошо коксуется.

Восточное крыло Донбасса находится в Ростовской области. Основные потребители – европейская часть России.

На Урале, в Пермской области находится Кизеловский бассейн: в районе города Копейск – Челябинский бурогольный бассейн.

Подмосковный бурогольный бассейн расположен на территории Смоленской, Тульской, Калужской областей.

В Сибири добывают уголь в Минусинском, Черемховском, Улугхемском бассейне.

Тунгусский, Ленский, Таймырский – входят в десятку крупнейших по запасам угля месторождений мира.

На Дальнем Востоке расположен Южно-Якутский бассейн с высококачественными углями: Бурейский в Хабаровском крае, а также Сучанский и Ленский бассейны. Бурогольный бассейн Артем в Приморском крае. Богат углями Южно-сахалинский бассейн [2].

Принятая Правительством РФ в 2003 г. «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года» определяла по оптимистическому сценарию потребность России в угольной продукции к 2020 г. в объеме 420-430 млн. т. Это потребовало значительных вложений в отечественную угольную промышленность и решения целого ряда проблем, способствующих развитию угольной отрасли.

Как видно из рис. 3, принятая Стратегия обеспечила решение основных задач, потому, что уже к 2018 году угледобыча достигла основных целевых показателей, при существенном росте темпов обогащения угля (рис.4)

Вторым важным моментом, который можно отнести к благоприятным факторам, являются и внутренние экономические условия.



Рис. 3. Добыча угля в России, млн. т. [4]



Рису. 4. Объемы обогащения угля в России [4]

В настоящее время утверждена долгосрочная программа развития угольной отрасли России [1]. Этот стратегический документ, рассчитанный до 2030 года направлен на решение проблем, стоящих перед угольщиками. По информации Минэнерго РФ, программа состоит из восьми подпрограмм и учитывает уже действующие федеральные целевые программы, отраслевые стратегии и правительственные решения в отношении угольной промышленности.

В основе документа - оценка перспектив спроса на российский уголь, которая исходит из прогнозируемой конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков. Общий объем ее финансирования — 3,7 трлн рублей. При этом бюджет на ее реализацию должен выделить всего 251,8 млрд рублей, то есть менее 9% от общей суммы. Если учесть, что отрасль давно приватизирована, сумма не выглядит мизерной. Программа предполагает, что к 2030 году добыча угля вырастет до 430 млн

тонн и будет осуществляться на 82 разрезах и 64 шахтах, а уровень производительности труда (добыча угля на одного занятого) в пять раз превысит показатель 2010 года (9 тыс. тонн и 1,88 тыс. тонн соответственно). За весь период действия программы будет введено 505 млн тонн новых и модернизированных мощностей по добыче угля — при выбытии 375 млн тонн мощностей неперспективных и убыточных предприятий и сокращении уровня износа основных фондов с 70–75% до 20% [1].

Ожидается, что реализация программы приведет к снижению транспортных затрат и повышению эффективности поставок угля. Так, средняя дальность перевозки угольной продукции сократится в 1,2 раза, в том числе на внутреннем рынке — в 1,4 раза. Для снижения влияния дальности перевозки в бассейне будет развиваться местное использование добываемого угля, для чего намечается создание ряда энерготехнологических комплексов, позволяющих перейти к освоению ресурсов угольных месторождений, извлечению и использованию метана. В целом, в соответствии с принятыми темпами формирования новых центров добычи угля, произойдет смещение угледобычи в направлении востока страны. Доля Восточной Сибири возрастет с 25,8% до 32%, Дальнего Востока — с 9,7% до 15,2% [2].

Предполагается и создание устойчивой инновационной системы для обеспечения угольной отрасли перспективными отечественными технологиями и оборудованием, а также научно-техническими решениями [3].

При создании новых центров угледобычи предусматривается обязательное строительство современных обогатительных фабрик. В целом по России уровень обогащения намечается довести до 60% (с 40% в настоящее время). Всего различным видам переработки (сортировка, обогащение, глубокая переработка, газификация) будет подвергаться более 80% добываемого угля, - обещает Минэнерго России. Особое внимание в программе уделено решению социальных проблем горняков, улучшению условий труда, безопасности, охране окружающей среды.

Инвестиционная привлекательность угольной отрасли с точки зрения внутренних инвесторов определяется рентабельностью добычи угля, т.е. соотношением себестоимости его добычи и ценой реализации.

Соответствовать требованиям нового времени может только качественно новый топливно-энергетический комплекс (ТЭК) – финансово устойчивый, экономически эффективный и динамично разви-



вающийся, соответствующий экологическим стандартам, оснащенный передовыми технологиями и высококвалифицированными кадрами [3].

В связи с этим, угольную промышленность России ждет модернизация. Согласно долгосрочной программе развития к 2030 году отрасль, исчерпавшая традиционные стимулы роста, должна полностью обновить производственный потенциал. Программу планируется реализовать в три этапа.

Первый этап включает в себя реализацию комплекса программных мер по стабилизации ситуации в отрасли, техническое перевооружение и интенсификацию угольного производства, увеличение объемов обогащения угля, снижение аварийности и травматизма на угледобывающих предприятиях, дальнейшее развитие экспортного потенциала угольных компаний.

Второй этап включает в себя завершение мероприятий по реструктуризации отрасли, формирование новых центров угледобычи на новых угольных месторождениях с благоприятными горно-геологическими условиями, оснащение организаций угольной промышленности современной высокопроизводительной техникой и технологиями, отвечающими мировым экологическим нормам, снятие системных ограничений при транспортировке угольных грузов на внутренний и внешний рынки, развитие системы аутсорсинга, максимальное использование продуктов переработки каменного энергетического угля на внутреннем рынке, реализацию пилотных проектов на базе технологий глубокой переработки угля.

Третий этап включает в себя кардинальное повышение производительности труда при обеспечении мировых стандартов в области промышленной безопасности и охраны труда, экологической безопасности при добыче и обогащении угля, промышленное получение продуктов глубокой переработки угля (синтетическое жидкое топливо, этанол и др.) и сопутствующих ресурсов (метан, подземные воды и строительные материалы [1,2].

По нашему мнению следует отметить еще один важный внутренний фактор, который должен способствовать ускоренному и устойчивому росту угледобычи - ценовой.

Ценовые показатели угольной отрасли представлены на рисунках 5,6.

За последние три года мировые цены на уголь продемонстрировали значительную волатильность и вошли в достаточно комфортный для российских производителей диапазон – 75-110 долл./т.

В настоящее время, в силу отсутствия стройной и научно обоснованной рентной методики ценообразования на топливно-

энергетические ресурсы, уголь уступает природному газу и нефти по ценовым характеристикам, затратным и экологическим показателям его использования.



Рис. 5. Стоимость российского угля, руб/т[4].

Для обеспечения устойчивого развития угольной отрасли и конкурентоспособности российского угля на внешнем и внутреннем рынках необходимо совершенствовать ценовые методики, учитывающие факторы редкости, исчерпаемости и взаимозаменяемости для всех ресурсов ТЭК России.

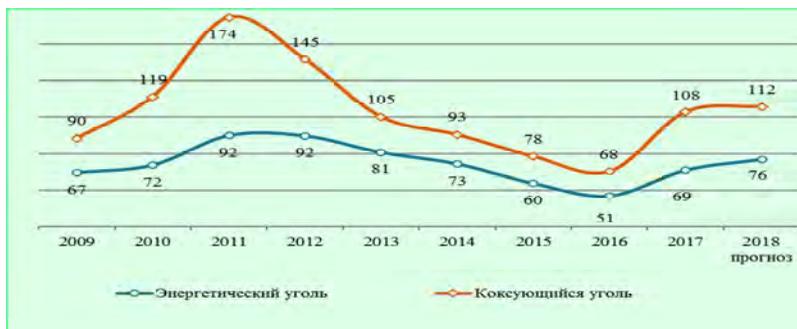


Рис. 6. Мировые цены на уголь, долл/т[4]

#### Библиографический список

1. «Программа развития угольной промышленности России на период до 2030 года», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2014 г. №1099-р.



2.» *О состоянии и перспективах развития угольной отрасли», протокол совещания у Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева, г. Новокузнецк, Кемеровской области от 4 апреля 2016 г № ДМ-П19-24пр.*

3. Указ Президента Российской Федерации В.В.Путина от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

4. Таблицы составлены по данным АО «Росинформуголь» МЭА и ФТС РФ.



УДК

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕНТНОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НА РЫНКАХ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Иватанова Н.П., Копылов А.Б.**

*Тульский государственный университет, г.Тула, Россия*

*В условиях нестабильной внешней среды учет формирования и перераспределения рентных доходов обеспечить средства на расширенное воспроизводство в добывающих и других природоэксплуатирующих отраслях промышленности.*

*Ключевые слова: оценка природного капитала, рентный доход, рентные налоги.*

Осуществление рыночных реформ в большом количестве стран обеспечило начало стабилизации мировой экономики. Однако, рынок, ориентированный на капиталистическую систему распределения и перераспределения доходов, достаточно быстро столкнулся с новыми кризисными явлениями.

В большей степени современные кризисы и глобальные проблемы объективно обусловлены неравномерностью распределения ограниченных природных ресурсов. Это касается энергетических, экологических, продовольственных и многих других проблем развития человечества.

Стоящая перед экономикой нашей страны и стран - поставщиков природных ресурсов - задача перехода к постиндустриальному обществу должна, в первую очередь, основываться на усилении государственного регулирования природным потенциалом: постепенного преодоления топливно-сырьевой зависимости, повышения уровня переработки углеводородов, направления инвестиций на модернизацию экономики и качественное развития человеческого капитала.

С начала 2005 в Государственной Думе находятся несколько проектов Федерального Закона о рентных платежах на внутреннем рынке природных ресурсов.

Однако, в научных публикациях и нормативно-правовой документации отсутствуют рентные принципы ценообразования и налогообложения на минерально-сырьевую продукцию в части учета и методических основ определения абсолютной и дифференциальной ренты I и II вида. В силу этого отсутствуют равные конкурентные возможности для производителей в добывающих отраслях, образуется дефицит средств на геологазведку и природоохранные работы, не обеспечивается покрытие раходов низкорентабельных горных предприятий и природоохранных затрат при их систематическом фактическом росте.

В связи с этим, возрастает актуальность решения задачи повышения экономической устойчивости работы горных предприятий на внутреннем рынке, в частности угледобывающих, за счет формирования и перераспределения рентных доходов, что позволит в условиях нестабильной внешней среды обеспечить средства на расширенное воспроизводство в добывающих и других природоэксплуатирующих отраслях промышленности.

Анализ научно-методических подходов к оценке природных минерально-сырьевых, в том числе, топливно-энергетических ресурсов, и эффективности их использования на внутреннем рынке показал:

- неоднозначность подходов;
- отсутствие комплексного подхода;
- недостаточный учет требований рыночных преобразований и рентных принципов ценообразования на внутреннем рынке в части создания равных конкурентных возможностей для расширенного воспроизводства.

Классификация рент может быть произведена по разным критериям.

В настоящее время известны следующие классификации:

1. Экономическая - это плата за ресурс, поступающий на рынок в малом количестве, высчитывается как разница между резервированной стоимостью труда и рыночной ценой товара

3. Финансовая – выплачиваемая регулярно последовательная цепочка платежей с фиксированным размером.

4. Мёртвая – арендная плата за неиспользуемую собственность (территорию, недвижимость и т.д)

5. Пожизненная – договор согласно которому происходит выплата физическому лицу регулярных сумм с его последующим наследованием собственности (обычно– недвижимости)



6. Постоянная — это бессрочные сроком окончания (не ограниченные) договоры о выплате. Часто встречающийся на практике — ежеквартальные выплаты.

7. Страховая – аннуитет, страховое агентство гарантирует выплату периодических платежей в пользу застрахованного лица.

9. Природная – возникающий свыше определённого уровня прибыли на вложение труда и капитала добавочный доход.

10. Монопольная – вспомогательный заработок, образовавшийся в итоге превышения стоимости над ценой продукта. Монопольная рента как правило считается благоприятным последствием в финансовой деятельности

Кроме того, ренту классифицируют по периодам ее начисления и осуществлению платежей (годовые, срочные; немедленные и отложенные), по вероятности выплаты (верные и условные), по количеству членов (ограниченные или вечные) и т.д.

Анализ потоков платежей почти всегда подразумевает расчет наращенной суммы либо современной величины ренты.

Однако, это деление касается лишь сроков и условий их выплат.

С позиций нашего исследования, гораздо важнее проанализировать условия образования ренты и ее роль в воспроизводственном процессе.

Так, в экономической литературе выделяют монопольную и квазиренту.

Понятие монопольной ренты в экономической литературе употребляется в основном при анализе значения цен на продаваемые ресурсы редкого качества. Считается, что монопольно высокая стоимость на эти товары не зависит ни от общественной стоимости производства, ни от издержек на них, ни от качества земли и ее расположения. Она определяется готовностью потребителя платить за это высокую стоимость. Этот излишек над ценой продукции именуемый монопольной рентой, присваивается собственником ресурса.

Изучение А. Маршаллом проблемы дополнительных доходов, получаемых конкретным владельцем природного ресурса от предыдущих достижений технологического и научно-технического прогресса всего общества, в краткосрочном периоде позволило ему назвать их «квазирентой» («мнимой», «ложной»). Другими словами, это, как бы несправедливая прибыль владельца ресурса, потому что ему не пришлось в данном конкретном краткосрочном периоде осуществлять основные издержки. Они осуществлены в предыдущем длительном периоде. В краткосрочном периоде эти основательные издержки также являются фиксированными.

Другими словами, квазирента – это прибыль, связанная с временными рамками немаловажных научно-технических усовершенствований. В долгосрочном периоде эти преимущества дефицитности капитальных факторов теряются. Стремление к получению наибольшей выгоды побуждает других владельцев природных ресурсов к внедрению достижений науки и техники. И эта экономическая реакция производителей не имеет ограничений.

На внешнем рынке, при реализации природных топливно-энергетических ресурсов на мировом рынке, образуется **экспортная рента**, как разница в ценах на данный ресурс на внешнем и внутреннем рынке.

Происходящее в мире движение к многополярному миру и многоукладной экономике усиливают тенденции развития и совершенствования экономических отношений по поводу оценки природного капитала и перераспределения доходов, полученных от его эксплуатации на внутреннем и внешнем рынках.

Первоначально термин «рента» относился к получению прибылей от использования земли, позже, когда в процессы воспроизводства вовлекается все большее количество природных ресурсов, ренту, как часть стоимости, стали называть «природной».

Итак, предложение ресурсов не изменяется при сокращении либо повышении расценок на них, владельцы данного фактора производства предлагают к реализации постоянное (фиксированное) число земельных участков.

Значит, **эластичность предложения** природных ресурсов по стоимости приравнивается нулю, и кривая предложения имеет вид вертикальной прямой.

Спрос на природные ресурсы неоднороден. **Кривая спроса** на природные ресурсы будет иметь отрицательный наклон. Это связано с тем, что по мере их вовлечения в хозяйственный оборот необходимо переходить от лучших природных ресурсов к средним и худшим.

Формирование ренты, как части цены природного капитала, зависит от спроса на природные ресурсы, поскольку предложение их всегда ограничено. Вовлечение в рыночный товарообмен большего количества природных ресурсов объективно способствует повышению ренты.

Рентной теории определения стоимости природного капитала соответствует график, изображенный на рис. 1.

На графике (рисунок 1) отчетливо отражен один из основных законов товарного производства: большее вовлечение в товарообмен природных ресурсов должно приносить большую прибыль. В то же время рентная теория стоимости стимулирует комплексирование использования



добытой массы, производство большего количества потребительских стоимостей с единицы природного ресурса или диверсификацию производства.

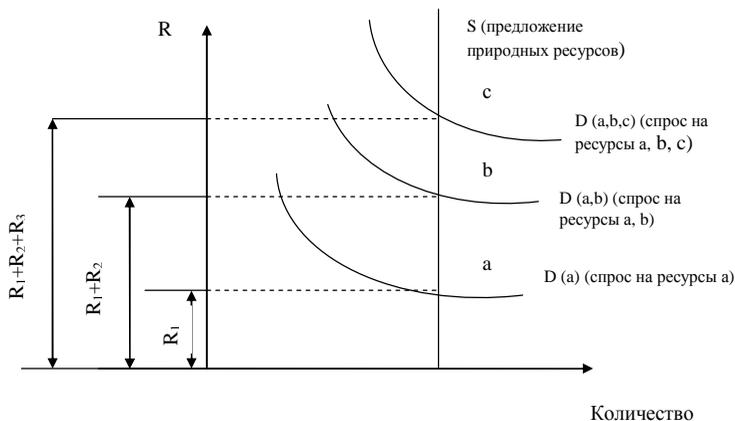


Рис.1. Рентная концепция стоимости природных ресурсов.

Общеизвестно, что цены являются единственным в своем роде показателем, концентрирующим в себе множество экономических стадий и процессов учета затрат, обмена, производства, распределения, перераспределения и стимулирования.

Таким образом, природная рента является частью стоимости всех ресурсов, составляющих природный капитал страны:

$$Ц_{пк} = C_{воспр} + R_{пр} \quad (1)$$

где  $R$  – природная рента;  $C_{воспр}$  – трудовая и инвестиционная стоимость воспроизводства МСР;  $Ц_{пк}$  – цена природного капитала.

Трудовая стоимость природных ресурсов носит восстановительный характер по экономическому содержанию и определяется затратами живого и овеществленного труда.

Рента существует независимо от ее стоимостного отражения и проявляется в скрытых ценах, однако, при таком положении ее потребляют монопольные владельцы природных ресурсов - в настоящее время - министерства и крупные акционеры фирмы, занимающиеся добычей и реализацией полезных ископаемых.

Итак, рента – это сумма, получаемая обладателем экономического ресурса сверхтрансфертного вознаграждения. Иными словами, рента - регулярно получаемая прибыль от использования природных ресурсов, не требующая от получателя предпринимательской деятельности.

Из этого следует, что экономическую ренту могут получать владельцы земли, труда и капитала.

Экономическая рента считается одним из главных понятий теории общественного выбора. В обыденном понимании под рентой подразумевают плату за пользование чем-либо, к примеру, домом, автомобилем. Теория общественного выбора использует это понятие в специфичном смысле, т. е. платежи владельцу ресурса, превосходящие его аналогичную цену.

Минимальная сумма, необходимая владельцем ресурса для того, чтобы он дал согласие продать некоторое количество его услуг, есть предельные издержки данных услуг. При таком положении экономическая рента выступает в форме выигрыша или излишка по сравнению с альтернативной ценой предложения ресурса и подобна понятию «выигрыша производителя» на рынке продукции. То есть рента – это возвращающийся источник регулярно получаемого дохода в качестве прибыли, возникающей сверх альтернативной стоимости. Иными словами, это прибыль - не предусматривающая коммерческой деятельности, от имеющегося капитала, сдачи недвижимости или земельного участка в аренду, выплата по страховому полису, облигации государственного займа либо предоставление кредита.

Природные ресурсы (земля, вода, месторождения) могут использоваться с производственными и потребительскими целями. В первом случае идет речь об их использовании компаниями и государством в качестве средств и предметов труда. Во-втором - об их непосредственном применении в качестве готовых продуктов и предметов потребления (вода – для питьевых

Вышеуказанное требует совершенствования действующих и разработки новых методических подходов к рентной оценке природных ресурсов и эффективности их использования с применением рентного инструментария на внутреннем рынке природных ресурсов.

Неконкурентоспособность большинства горнодобывающих предприятий отрасли в целом связана как с недооценкой фактора редкости, исчерпаемости и ограниченности ископаемых природных ресурсов, так и недостаточным учетом фактора естественного - горно-геологических и экологических условий.

Известно, что в развитой рыночной экономике, эти факторы учитываются, благодаря использованию такого инструмента перераспределения доходов как **рента**.

Исследованиям эффективности и рентных принципов ценообразования в недропользовании в целом и в угольной отрасли, в частности, посвящены работы отечественных и зарубежных ученых Н.А. Ар-



хипова, А.С. Астахова, Л.А. Белашова, С.Ю. Глазьева, М.М. Гурена, Б.А. Давыдова, Л.М. Кантора, Д.С. Львова, А. Пигу, В.П. Пономарева, Ю.С. Разовского, Э.Ю. Черкесовой, В.К. Шкатова, М.А. Ястребинского, и других.

Однако, ряд методических вопросов, связанных с определением различных видов ренты и перераспределением рентных налогов в добывающей промышленности в условиях становления рыночных отношений до сих пор остаются не решенными

Что касается внутреннего рынка топливно-энергетических ресурсов, то здесь возникают различные виды ренты, отражающие как естественные условия освоения месторождений, так и существующие формы собственности, подходы к учету затрат, ценообразованию и налогообложению. Основными из них являются – абсолютная и дифференциальные ренты I и II вида.

**Абсолютная рента** – форма капиталистической природной ренты - представляет собой часть добавочной стоимости, создаваемой наёмными рабочими и присваиваемой владельцами ресурса, в следствие монополии частной собственности на территорию.

Абсолютная рента не находится в зависимости от отличий в плодородии и местоположении отдельных участков и производительности дополнительных инвестиций в один и тот же участок.

Частные владельцы, располагая юридическим правом собственности на территорию, позволяют пользоваться ресурсом исключительно за вознаграждение, которое они получают в виде арендной платы. Собственник взыскивает арендную плату с любого, в том числе и самого худшего участка территории, в случае если появляется необходимость в его использовании. Арендатор - капиталистический предприниматель - берущий территорию в аренду, обязан обеспечить не только среднюю прибыль, но и сверхприбыль, которая в виде абсолютной ренты передаётся владельцу и составляет часть арендной платы.

Получение такой сверхприбыли при добыче топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) возможно потому, что органический состав капитала в этой отрасли ниже, нежели в целом по промышленности, и, как следует, доля живого труда, создающего добавочную стоимость, и масса добавочной стоимости больше. Поэтому норма добавочной стоимости в стоимости ископаемых ТЭР выше, нежели в среднем в промышленности. Цена продукции выше общественной стоимости производства (включающей издержки производства плюс среднюю прибыль).

Абсолютная рента представляет из себя разницу между общественной ценой продукции, которая определяется критериями производства на худших месторождениях, и общественной ценой производства. Поскольку абсолютная рента образуется и на самых худших участках, а рыночная стоимость определяется ценой, сложившейся на худшем участке, то она становится причиной повышенных цен на товары, потребляемые всем обществом. Таким образом, абсолютная рента является данью всего общества частному владельцу ресурса.

**Дифференциальная рента I** разделяется на два вида: Дифференциальная рента I (по естественному плодородию) представляет собой разницу между общественной ценой производства, определяемой худшими критериями производства и индивидуальной стоимостью производства продукции, созданной на лучших землях. Дифференциальная рента I (по местоположению) представляет собой разницу между общественной стоимостью производства и индивидуальной стоимостью производства на землях одинакового плодородия, но расположенных ближе к рынкам сбыта.

Но существует и вторая форма дифференциальной ренты – **дифференциальная рента II** - которая проистекает из известного явления различной эффективности последовательных вложений труда и средств производства, т.е. из различной производительности последовательных вложений капитала. Эта рента, как часть прибыли, обусловлена вложениями капитала и труда, то есть заработанная рента.

Из этого явления в маржиналистской экономической науке появился принцип убывающей производительности этого фактора производства. Одинаковый участок может быть объектом последовательных инвестиций. Первые инвестиции могут определять самую высокую производительность труда, второе – немного меньшую, третье – еще меньшую.

Фактически указанная рента имеет возможность присваиваться капиталистом до тех пор, пока остается в силе арендный контракт. Но по завершении действия контракта положение дел изменяется: собственник претендует на увеличение арендной платы. Вот почему арендатор просит долгосрочных арендных договоров. В случае, если собственник продает территорию по завершении срока контракта, он продает не только территорию, но и инвестиции капитала, которые были осуществлены другими.

В объективном исчислении и распределении абсолютной, дифференциальной ренты I и II вида и есть методология объективного комплексного подхода к экономической оценке топливно-энергетических ресурсов.



В таблице 1 представлены основные позиции, отражающие условия образования различных видов ренты, методы их определения и возможные направления рентных доходов для обеспечения расширенного воспроизводства топливно-энергетических ресурсов на внутреннем рынке.

Долгое время в нашей стране рентные отношения по поводу недропользования не признавались, несмотря на отдельные выступления ученых-экономистов, из-за существования одного вида собственности - государственной. Вместе с тем, отдельные принципы рентиобразующих отношений использовались и были правомочными даже в условиях плановой советской экономики. Так, в горной промышленности через потонную ставку частично учитывалась абсолютная рента, а нерентабельные предприятия, объективно функционирующие в худших горно-геологических условиях получали дотации через механизм перераспределения доходов, то есть часть ренты учитывалась, хотя и не получала названия «ренты». Существовали зональные цены – более высокие для районов пониженной естественной продуктивности для обеспечения им нормальной хозрасчетной рентабельности, что само по себе являлось признанием дифференциальной ренты.

В последние годы с развитием рыночных отношений внимание экономической науки привлекли вопросы распределения и перераспределения рентных доходов. Однако, как правило, в научных публикациях дискуссии ведутся либо по поводу распределения экспортной ренты, образующейся за счет разницы в ценах на мировом и внутреннем рынке нефти и газа, либо по поводу многочисленных классификаций природной ренты и методов изъятия сверхдоходов.

Вопросам определения, учета и распределения традиционных для рынка природных ресурсов на внутреннем рынке показателей абсолютной и дифференциальной ренты I и II вида уделяется недостаточно внимания. Их, как правило, не связывают с повышением эффективности недропользования и природопотребления в целом.

В связи с этим, нами разработана схема классификации рентиобразующих факторов, влияющих на эффективность разработки полезных ископаемых. К ним относятся: внешние – административно-правовые и экономические; внутренние – уникальные, горно-геологические, экологические, транспортные и социальные; временные - лаговые, связанные с исчерпаемостью, изменением во времени ценности полезных ископаемых, лагом освоения производственной мощности и лагом между началом использования экологических ресурсов и их восстановлением.

В таблице 1 представлена разработанная нами систематизация видов ренты и условий, влияющих на образование абсолютной и дифференциальной ренты I и II вида на внутреннем рынке угля. При этом в качестве методической основы определения стоимостной величины ренты служат принципиальные направления перераспределения ренты на покрытие соответствующего вида затрат с учетом признания в качестве единственного источника ренты дополнительных затрат труда.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что природная рента при учете ее в цене на природные ресурсы призвана обеспечить стоимостное воспроизводство ограниченных, невозпроизводимых, исчерпаемых факторов производства и потребительское качественное их несоответствие спросу - по экономическому содержанию (меновой стоимости). В этом и только в этом случае через взимания рентных налогов создаются денежные средства на целевое воспроизводство природных и экологических ресурсов в натуральном существе - по содержанию (потребительской стоимости) на всех уровнях управления природным потенциалом.

Практической формой изъятия ренты мог бы стать комплекс рентных платежей или налогов. "Владельцами" различий условий регионов должны выступать местные органы власти, выплачивающие в бюджет арендную плату, которая возмещала бы абсолютную и часть дифференциальной ренты I с подведомственной территории в целом. Пользователями природного капитала ресурсов будут являться предприятия, организации, отдельные граждане, вносящие в местный бюджет дифференцированную арендную плату и получающие дополнительную прибыль в виде дифференциальной ренты II, что стимулировало бы комплексность добычи и использования природного капитала, создавало бы постоянный источник средств на природоохранные мероприятия.

### **Выводы**

Анализ подходов к определению существа ренты позволил нам сформулировать следующие принципы применения рентной концепции стоимости на внутреннем рынке природных ресурсов:

- экономическая функция природной ренты на внутреннем рынке, как части стоимости (или прибыли), состоит в обеспечении расширенного воспроизводства природных ресурсов по стоимости;
- определение ренты, ее учет, распределение и перераспределение должно быть обосновано методически с позиций затрат и доходов недропользователей для осуществления расширенного воспроизводства с учетом экологических факторов;



**Таблица 1**  
**Систематизация видов ренты с позиций их воспроизводственных функций в процессе формирования товарно-денежных отношений в недروпользовании**

| Вид ренты                    | Условия возникновения   | Воспроизводственная функция  | Методическая основа для определения  | Направления перераспределения  |
|------------------------------|---|--|--|--|
| 1. Абсолютная рента          | Ограниченность природных ресурсов   | <b>Компенсация</b> геолого-разведочных затрат.<br><b>Компенсация</b> затрат экологических ресурсов.<br><b>Стимулирование</b> затрат на поиски альтернативных источников ресурсов и малоотходных технологий.  | Затраты на поиски и освоение новых месторождений.<br>Общественно-оправданный экологический ущерб.<br>Затраты на разработку малоотходных технологий и НИР, связанных с поиском и разрабаткой альтернативных ресурсов  | Государство -<br>Геологоразведка -<br>МНР –<br>Экологические комитеты и фонды;<br>НИИ, КБ и др. организации.   |
| 2. Дифференциальная рента I  | Различия естественного качества руд и естественных условий освоения месторождений | <b>Возмещение</b> затрат на производство продукции горных предприятий, находящихся в худших горно-геологических, транспортных и экологических и социальных условиях (при наличии спроса на продукцию).<br><b>Перераспределение</b> дополнительного дохода, образующегося на предприятиях в лучших условиях в пользу первых<br><b>Стимулирование</b> использования бедных месторождений и руд | Затраты на покрытие расходов на производство предприятий, находящихся в объективно худших естественных условиях, в том числе.<br>Затраты на природоохранные меры.<br>Дополнительная прибыль или снижение затрат горных предприятий, находящихся в лучших естественных условиях и/или за лучшую по потребительскому качеству продукцию. | Государство –<br>Отрасль<br>Регион - Бассейн<br>Компания -<br>Владелец или инвестор /кредитор объектно<br>нерентабельного предприятия,<br>Трудовой коллектив |
| 3. Дифференциальная рента II | Повышение эффективности природопользования.                                       | <b>Распределение</b> дополнительного дохода между участниками внедрения инноваций и инвесторами.<br><b>Стимулирование</b> эффективного природопользования и<br><b>расширенного воспроизводства в новом технико-технологическом и эколого-экономическом</b> существе  | Затраты, связанные с инновациями и инвестициями, направленными на повышение эффективности природопользования.<br>Дополнительная прибыль или снижение производственных затрат обусловленные повышением эффективности природопользования   | Инвестор<br>Кредитор<br>Арендатор<br>Производитель<br>Предприятие<br>Трудовой коллектив  |

· распределение и перераспределение рентных доходов и сверхдоходов от эксплуатации природных ресурсов должно осуществляться посредством целевых природоресурсных налогов платежей, выполняющих на внутреннем рынке функцию воспроизводства природных ресурсов и направляться на развитие и модернизацию экономики РФ, повышение уровня и качества жизни населения России.

Таким образом, данный подход целесообразно использовать при ценообразовании и налогообложении любых ресурсов, составляющих природный капитал страны: ископаемых, земельных, водных, лесных, экологических.



## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

|  |    |
|--|----|
| <b>Куликов В.В.</b><br>Тула между регулярным и последним генеральным планами.....  | 5  |
| <b>Куликов В.В., Хор Соклина, А.В. Богомолова</b><br>Архитектурные реликвии Камбоджи.....  | 17 |
| <b>Куликов В.В., Джафа Сандуэла, Богомолова А.В., Фролова Е.М.</b><br>Архитектурные памятники Тираны и Эльбасана.....  | 23 |
| <b>Куликов В.В., Лемрисс Сара, Богомолова А.В., Фролова Е.М.</b><br>Архитектура Марокко.....   | 30 |
| <b>Жур В.Н.</b><br>Оценка технического состояния зданий и сооружений в<br>условиях подработки и распространения просадочных грунтов.....   | 35 |
| <b>Прокопов А.Ю., Виницкий А.Н.</b><br>Устранение деформаций оснований фундаментов стального<br>резервуара методом инъецирования геополимерных смол.....   | 41 |
| <b>Иноземцев В.К., Жесткова С.А.</b><br>Общая устойчивость высотного объекта на неоднородном<br>основании.....   | 46 |
| <b>Иноземцев В.К., Жесткова С.А.</b><br>Деформации фундаментной плиты высотного объекта на<br>нелинейно-деформированном основании.....   | 50 |
| <b>Сирота Е.Ю., Петракова Н.А.</b><br>Особенности расчета плитных фундаментов, возводимых в<br>сложных инженерно геологических условиях.....   | 54 |
| <b>Прокопов А.Ю., Михайлов А.А., Евлахова Е.Ю.</b><br>Методика расчета необходимого количества воды для полной<br>реализации просадочных свойств грунтов .....                                     | 60 |
| <b>Брыжатая Е.О., Масло Н.С., Брыжатый О.Э.</b><br>Результаты исследования деформативности песка при работе<br>устройства для регулирования вертикального положения здания<br>в пространстве ..... | 67 |

**Анюхина И.О.**

Повышение уровня благоустройства городов за счет использования инновационного полимерного материала.....74

## **МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Трещев А.А.**

К обобщению квазилинейных теорий деформирования изотропных материалов.....77

**Трещев А.А., Завьялова Ю.А, Лапшина М.А.**

Энергия деформирования ортотропных разносопротивляющихся материалов допускающих квазилинейную аппроксимацию диаграмм.....87

**Трещев А.А., Делягин М.Ю.**

О связанной полях силовых и температурных напряжений при деформировании оболочек из композитных материалов.....96

**Щербань Е.М., Стельмах С.А., Халюшева О.Н., Нажуев М.П.**

Физико-механические свойства центрифугированного бетона.....103

**Куриен Н.С., Журавлев Г.М.**

Свойства бетона в условиях воздействия взрывной нагрузки.....110

**Зиборов Л.А., Теличко В.Г.**

Прочность бетона В35 при сжатии с растяжением.....116

**Шляхова Е.А.,**

Ресурсосберегающий способ приготовления бетонных смесей.....120

**Анюхина И.О., Коста А.А.**

Разработка защитного полимерного материала с декоративными свойствами.....125

**Журавлев Г.М., Гречишкин Е.А.**

Построение решения задачи процесса прокатки труб из анизотропного материала .....128

**Журавлев Г.М.**

Зависимости, характеризующие пластическое формоизменение при повышенных скоростях деформации .....135

**Журавлев Г.М., Нгуен Ван Занг**

Расчет процесса выдавливания тонкостенных деталей.....140

|   | Стр. |
|---|------|
| <b>Травин В.Ю., Тутьшкин Н.Д.</b><br>Определяющие соотношения повреждаемости и прочности деформируемых конструкционных материалов.....          | 146  |
| <b>Хакимов А.М., Мухамедгалиев Б.А.</b><br>Разработка эффективных присадок на основе местных сырьевых ресурсов.....                             | 150  |
| <b>Ермолович Е.А., Овчинников А.В.</b><br>Влияние теплового поля на упругие характеристики мела в состоянии максимального водонасыщения .....   | 156  |
| <b>Баширзаде С.Р.</b><br>Уравнения динамического деформирования заглубленного в грунт трубопровода в зонах активных тектонических разломов..... | 161  |

## **ЭНЕРГЕТИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Соколова С.С., Ксенофонтов С.М.</b><br>Особенности потокораспределения в микрорайонных сетях горячего водоснабжения.....  | 166 |
| <b>Соколова С.С., Акульшин Н.М.</b><br>Об учёте лимитирующего фактора в теплоснабжении потребителей....  | 173 |
| <b>Белоусов Р.О., Копылов С.И., Инюткин В.А.</b><br>Возможные изменения в требованиях противопожарной защиты при эксплуатации сетей водоснабжения.....                     | 178 |
| <b>Ярошук И.В.</b><br>Разработка архитектуры информационной системы мониторинга и диагностики оборудования электрических сетей промышленного предприятия.....              | 180 |
| <b>Логачева Е.А., Жданов В.Г.</b><br>Реализация образовательной программы СПО по направлению электроснабжение с использованием методик испытания электрооборудования ..... | 184 |
| <b>Логачева Е.А., Жданов В.Г.</b><br>Методика измерения плотности потока энергии в рабочей зоне СВЧ установки .....  | 188 |
| <b>Жданов В.Г., Логачева Е.А.</b><br>Разработка алгоритма экономической оценки уровня эксплуатационной надежности электрооборудования.....                                 | 193 |

|   | Стр. |
|---|------|
| <b>Бирюков А.Б., Варакута В.В., Гнитиёв П.А.</b><br>Эрлифтная энергогенерирующая установка.....   | 198  |
| <b>Митрофанов Н.А.</b><br>Моделирование работы синхронного генератора с несимметрией<br>фазных обмоток статора и насыщением магнитопровода .....                        | 205  |
| <b>Зеленухо Е.В.</b><br>Исследование топливных характеристик горючих вторичных<br>энергетических ресурсов.....  | 213  |
| <b>Белоусов Р.О. , Злобин Е.К.</b><br>О недоработках в СП 32.13330.2012.....  | 217  |
| <b>Солодков С.А.</b><br>Особенности сжигания жидких топлив и влияния на лучистый<br>теплообмен сажистых частиц.....   | 218  |
| <b>Заливина Е.А., Гусева А.М.</b><br>Повышение конкурентоспособности энергетической биомассы<br>на основе торфа .....   | 223  |
| <b>Жуков Р.А.</b><br>Некоторые аспекты производства и распределения<br>электроэнергии, газа и воды в условиях ограниченности<br>энергоресурсов в Тульской области ..... | 227  |

## **КАДАСТР И** **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Ауесбеков Н.Р., Бектурганова А.Е.</b><br>Качественное состояние сельскохозяйственных угодий<br>Республики Казахстан.....                             | 235 |
| <b>Глебо К.В.</b><br>Анализ научно-методических подходов к денежной оценке<br>земли для налогообложения.....  | 242 |
| <b>Тесаков Н.Е.</b><br>Особенности правового режима зон с особыми условиями<br>использования территорий.....  | 249 |
| <b>Гермонова Е.А., Мороз А.В, Буслова А.В.</b><br>Автоматизация нормативной денежной оценки земель<br>населенных пунктов для налогообложения в ГИС..... | 252 |

|   | Стр. |
|---|------|
| <b>Бектурганова А., Молжигитова Д.К., Еремекбаев Б.</b><br>Мониторинг и предложения по использованию земель<br>сельскохозяйственного назначения Илийского района<br>Алматинской области ..... | 259  |
| <b>Басова И.А., Алехин В.С.</b><br>К вопросу координирования границ объекта недвижимости.....   | 266  |
| <b>Устинова Е.А., Гречина М.О.</b><br>К вопросу формирования достоверных сведений единого<br>государственного реестра недвижимости.....   | 273  |
| <b>Чекулаев В.В., Янина Н.А.</b><br>Обоснование необходимости учета природных факторов при<br>определении кадастровой стоимости земель особо охраняемых<br>территорий и объектов.....         | 278  |
| <b>Егорова Т.А., Борисов Р.Е.</b><br>Использование математической модели сканерных изображений<br>для определения координат точек местности.....  | 286  |

## **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Новак М.А., Мушникова Э.В.</b><br>Анализ внешнеэкономической деятельности Липецкой области....   | 290 |
| <b>Снеткова Ю.О., Родионов В.А., Магомет Р.Д.</b><br>Анализ влияния архитектурных и объёмно-планировочных<br>решений на условия труда инженерно-технического персонала.....   | 293 |
| <b>Бабакулова Н.Б., Суянов Ш.</b><br>Культура безопасности - важный аргумент для современного<br>стиля жизни населения планеты.....   | 296 |
| <b>Аронбаев Д.М., Насимов А.М., Аронбаев С.Д., Васина С.М.,<br/>Абилкосымова Г.</b><br>Двенадцать принципов «зеленой химии» как новая<br>концептуальная система развития химической науки и<br>химической технологии..... | 300 |
| <b>Тарханова Н.А., Тимошко А.А.,</b><br>Управление рисками в инвестиционно-строительных проектах.....   | 306 |
| <b>Кочура И. В.</b><br>Моделирование технико-экономических показателей угольных<br>шахт донбасса методом нейронных сетей.....   | 313 |

|   | Стр. |
|---|------|
| <b>Юшков В.С., Овчинников И.Г., Пугин К.Г.</b><br>Проблемы безопасности и способы их решения с использованием<br>технических средств организации дорожного движения.....    | 317  |
| <b>Костин С.В., Мишин Д. С.</b><br>Радиолокационные системы как элемент комплексной системы<br>безопасности объекта телекоммуникаций .....                                  | 321  |
| <b>Волков А.В.</b><br>Йозеф шумпетер – прорицатель судеб мира.....  | 327  |
| <b>Волков А.В.</b><br>Эндогенные и экзогенные концепции деловых циклов как<br>предпосылки разработки «фундаментальной теории реальности»...                                 | 334  |
| <b>Волков А.В.</b><br>Общая структура и ключевые моменты Российских деловых<br>циклов 2008 – 2023 годов .....   | 345  |
| <b>Исатаева Ф.М., Портнов В.С. , Рудько Г.И.</b><br>Адаптация горно-геологической отрасли Казахстана к<br>мировой практике.....   | 357  |
| <b>Бондаренко И.С.</b><br>Обзор и анализ мировой и отечественной деятельности в<br>рамках «зеленой» политики.....   | 362  |
| <b>Ковалева А.Р.</b><br>Газовые инновации сейчас и в будущем - мировой опыт.....  | 371  |
| <b>Бектурганова А., Молжигитова Д.</b><br>Основные теоретические и хозяйственные предпосылки<br>использования пастбищ.....  | 374  |
| <b>Иванова Н.П., Копылов А.Б.</b><br>Алгоритм механизма обеспечения эффективного управления<br>социально-эколого-экономическим развитием муниципального<br>образования..... | 381  |
| <b>Басова И.А., Иванова Н.П., Копылов А.Б.</b><br>Гензис оценки земельных участков на современном этапе<br>развития регионов и муниципалитетов.....                         | 386  |
| <b>Жуков Р.А., Васина М.В., Иванова Н.П.</b><br>Методический подход к оценке экологической устойчивости<br>региональных социально-эколого-экономических систем .....        | 396  |

|  | Стр. |
|--|------|
| <b>Жуков Р.А., Васина М.В., Соболева Д.В.</b><br>К вопросу о развитии горнодобывающей отрасли в Тульской области: эконометрический подход.....                 | 422  |
| <b>Басова И.А., Иватанова Н.П., Липская Е.О</b><br>Оценка возможностей ЕГРН для повышения инвестиционной привлекательности объектов недвижимости регионов..... | 428  |
| <b>Басова И.А., Иватанова Н.П., Тихонов Н.А.</b><br>Показатели эффективности государственного земельного контроля (надзора).....                               | 438  |
| <b>Иватанова Н.П., Копылов А.Б.</b><br>Угольная промышленность: анализ мировых тенденций и перспективы развития Российской угледобычи.....                     | 445  |
| <b>Иватанова Н.П., Копылов А.Б.</b><br>Методическое обеспечение рентного налогообложения на рынках природных ресурсов.....                                     | 455  |

---

---

**Научное издание**

14 я Международная конференция по проблемам горной промышленности,  
строительства и энергетики

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГЕТИКИ**

**Материалы конференции**

**Том 2**

**Компьютерное редактирование и верстка Копылов А.Б.**

Изд.лиц. ЛР №020300 от 12.02.97. Подписано в печать 24.10.17.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 25,96. Уч.-изд. л. 21. Тираж 100 экз. Заказ

Тульский государственный университет.

300600, г. Тула, просп. Ленина, 92.

Отпечатано в Издательстве

Тульского государственного университета.

300600, г. Тула, просп. Ленина, 95