

Свердловское областное отделение общественной организации международной  
академия наук экологии, безопасности человека и природы

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Институт экономики УрО РАН

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ**

**Труды V Международной научно-практической  
конференции**

Екатеринбург

2017

УДК 330.15:622  
ББК 20.1+65.9(2Рос)28  
Э40

Ответственный редактор: д.г.-м.н., профессор Семячков А.И.

Рецензенты: д.э.н., профессор Акбердина В.В.  
д.г.-м.н., профессор Болтыров В.Б.

**Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: Труды V Международной научно-практической конференции 20 апреля 2017 / Отв. редактор Семячков А.И. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет; Институт экономики УрО РАН, 2017. – 312 с.**

ISBN 978-5-94646-578-6

В сборнике трудов представлены результаты авторских исследований по экологии как науке о взаимодействии природы и общества, а также техносферной безопасности – науки рассматривающей вопросы обеспечения безопасности человека в современном мире.

Публикуемые материалы могут предоставить интерес для студентов, аспирантов, профессорско-преподавательского состава вузов, реализующих программы высшего профессионального образования в области экологии, природопользования и техносферной безопасности, а также для специалистов науки и производства горнопромышленного комплекса.

УДК 330.15:622  
ББК 20.1+65.9 (2Рос)28

ISBN 978-5-94646-578-6

© Уральский государственный  
горный университет, 2017  
© Институт экономики УрО РАН, 2017  
© СОО ОО МАНЭБ, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Анохин П.М., Русинов А.Б.</i> АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ШАХТЫ (РУДНИКА).....	5
<i>Атаманова Е.А.</i> ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АСПЕКТ ПОСЛЕДСТВИЙ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	11
<i>Базарова Е.Л., Рослый О.Ф., Тартаковская Л.Я., Ошеров И.С.</i> ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ПЕРИОД МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	21
<i>Балашенко В.В., Логинов В.Г.</i> ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ В ЗОНЕ ОСВОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА.....	31
<i>Вахонина В.В., Тетерев Н.А.</i> БОРЬБА С ЯДОВИТЫМИ ГАЗАМИ С ПОМОЩЬЮ РЕАГЕНТОВ	41
<i>Воробьев А.Е.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ РЕСПУБЛИКИ ЧАД.....	44
<i>Двинских С.А., Китаев А.Б., Зиновьев Е.А.</i> ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОЙ ДАМБЫ ЗЫРЯНОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	50
<i>Дорошенко С.В., Кузнецов А.Н.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ.....	58
<i>Ермолаев А.И., Токмаков В.В., Росляков А.С., Тетерев Н.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТОНИРУЮЩЕГО ШНУРА.....	70
<i>Кубарев М.С., Литвинова А.А., Игнатьева М.Н.</i> ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ФУНКЦИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ.....	77
<i>Куликов В.В., Кузнецов А.М.</i> ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, ИМЕЮЩИХ НЕДВИЖИМОСТЬ В АРЕНДЕ.....	83
<i>Мальш Е.В.</i> РЕНТНЫЕ ИДЕНТИФИКАТОРЫ КАЧЕСТВА РЕСУРСОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА.....	88
<i>Мамедов А.Ш.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБВОДНЁННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	97
<i>Мамедов А.Ш.</i> АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА НА ПРИМЕРЕ ООО «КРАСНОЛЕНИНСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД».....	104
<i>Мамедов А.Ш.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СРЕДЫ ВНУТРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЕ.....	110
<i>Мамедов А.Ш.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ.....	117
<i>Мамедов А.Ш.</i> ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРЫВООПАСНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ОБЪЁМЕ ПОМЕЩЕНИЯ.....	125
<i>Мельчаков Ю.Л., Козаренко А.Е., Суриков В.Т.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА.....	132
<i>Парфенова Л.П., Екимова О.А., Кучин В.В.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБА КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НЕДР ВОЛКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ИЗЫСКАНИЙ.....	142
<i>Пахальчак Г. Ю.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ЛИКВИДАЦИИ РАНЕЕ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА.....	151
<i>Почечун, В.А., Фоминых, А.А., Архипов М.В., Кучин В.В.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШЛАМОХРАНИЛИЩА КАЧКАНАРСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА СРЕДНЕГО УРАЛА.....	159
<i>Романова О.А., Пономарева А.О.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДРУЖЕСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	168

<i>Рудакова Л.В., Рудаков Р.Б.</i> К ВОПРОСУ О ПРИОРИТЕТАХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ГОСУДАРСТВА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	177
<i>Рыбникова Л.С., Рыбников П.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ СРЕДНЕГО УРАЛА.....	188
<i>Ряпосов А.П.</i> ТЕОРИЯ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ ПРИ КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	197
<i>Ряпосов А.П.</i> КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТИГРАВИТАЦИИ.....	207
<i>Ряпосов А.П.</i> КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗЕМЛИ И ЛУНЫ.....	214
<i>Семячков А.И., Семячков К.А., Славиковская Ю.О.</i> ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ.....	224
<i>Семячков А.И., Хильченко Н.В., Рудакова Л.В.</i> ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. ....	233
<i>Студенок А.Г., Ольховский А.М., Студенок Г.А.</i> ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО КАРЬЕРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА С УЧЁТОМ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	243
<i>Тетерев Н.А., Вахонина В.В., Кузнецов А.М.</i> МЕРОПРИЯТИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ СОСТАВА АТМОСФЕРЫ КАРЬЕРОВ.....	252
<i>Тетерев Н.А., Кузнецов А.М., Вахонина В.В.</i> СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ.....	256
<i>Тимофеев И.В., Кошелева Н.Е.</i> ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ ВПОЧВЕННЫХ КАТЕНАХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ В БАССЕЙНЕ Р. СЕЛЕНГИ.....	263
<i>Трунова О.Д.</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА КАК МЕХАНИЗМА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	272
<i>Хильченко Н.В.</i> ВОПРОСЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	280
<i>Цейтлин Е.М., Ларионов М.А., Майоров А.М.</i> ОБЪЕМ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОР ПРОГНОЗА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	285
<i>Drebenstedt C., Knobloch A., Gusat O., Fischer C., Barth A.</i> RISK ASSESSMENT MODELING OF COAL FIRES IN THE P.R. CHINA USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND GIS.....	291

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ШАХТЫ (РУДНИКА)**

### **AUTOMATIC INSTALLATION OF FIRE ALARM AND FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS OF OBJECTS OF A MINE (PIT)**

*Анохин П.М., Русинов А.Б.*

*Anokhin P.M., Rusinov A.B.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* автоматические установки пожаротушения, шахтные объекты

*Аннотация:* Рассмотрены наиболее актуальные проблемные моменты, связанные с проектированием систем пожарной автоматики. Обоснована настоятельная необходимость привлечения научных методов и подходов в практическую деятельность специалистов по разработке и монтажу.

*Abstract:* Considered the most relevant problematic aspects related to the design of systems of fire automatics. It justifies the urgent need for the involvement of the scientific methods and approaches in practical activities of specialists in design and installation.

Необходимость оснащения помещений, зданий, сооружений, или отдельно расположенного оборудования автоматическими установками пожаротушения (АУПТ) и автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) определяется требованиями СП5.13130.2009 и отраслевыми нормативными документами.

Тип автоматической установки пожаротушения, способ тушения, вид огнетушащих средств определяются организацией - проектировщиком в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемых объектов, с учетом требований действующих нормативно-технических документов.

В зданиях и сооружениях следует защищать соответствующими автоматическими установками все помещения независимо от площади, кроме помещений:

- с мокрыми процессами (душевые, санузлы, помещения мойки и т.п.);
- вентиляционных камер, не обслуживающих производственных помещений категории А и Б;
- насосных станций водоснабжения, бойлерных и других помещений для инженерного оборудования зданий, в которых отсутствуют горючие материалы;
- помещений категории В4 и Д по пожарной опасности;
- лестничных клеток.

АУПТ и АУПС проектируются в соответствии с нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией представлен в СП5.13130.2009.

Здания, сооружения, помещения, не вошедшие в настоящий Перечень, оборудуются установками пожарной автоматики в соответствии с требованиями отраслевых (ведомственных) нормативных документов, утвержденных в установленном порядке. Помещения, сооружения или оборудование, находящиеся в башенных копрах или примыкающие к ним, подлежат защите установками автоматического пожаротушения согласно требованиям СП5.13130.2009, в том числе:

- маслостанции установок управления лядами, находящиеся в башенных копрах, встроенные или пристроенные к копру, но не отделенные от него противопожарной стеной 1-го типа;
- трансформаторные подстанции, имеющие два или более трансформаторов в одном помещении, находящиеся в здании копра, встроенные или пристроенные к копру, но не отделенные противопожарной

стенной 1-го типа, вне зависимости от типа трансформаторов, входных напряжений и их мощности;

– помещения распределительных устройств (РУ) при наличии оборудования с масляным заполнением (горючее или трудногорючее масло) вне зависимости от количества масла в выключателе.

Оборудование зданий и сооружений системами оповещения людей о пожаре производится в соответствии с требованиями СПЗ.13130.2009.

Требуемый тип системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) для проектируемого здания определяется по СПЗ.13130.2009.

Проектирование АУПТ и АУПС должны осуществлять только специализированные организации, имеющие соответствующие лицензии, по техническому заданию заказчика, составляемому согласно требованиям РД 25.952-90.

Проектом предусмотрено применение порошковых и аэрозольных АУПТ. По согласованию с организацией-проектировщиком могут быть использованы другие типы АУПТ.

#### **Автоматические установки пожаротушения и автоматические установки пожарной сигнализации подземных объектов рудника**

Проектирование систем АУПТ и АУПС должно производиться в соответствии с требованиями ПБ-03-553-03, ПУЭ и других нормативных документов с учетом специфики подземных объектов.

Предусматривается защита стационарными установками АУПТ и АУПС следующих подземных объектов:

– центральной подземной подстанции (ЦПП). Рекомендуется применение порошковых, аэрозольных, углекислотных АУПТ;

– преобразовательной подстанции, камеры селеновых выпрямителей электровозной откатки и других потребителей постоянного тока, находящихся

в отдельных выработках или при совмещении их с другими энергетическими объектами. Рекомендуется применение порошковых или аэрозольных АУПТ;

- электровозных депо (выработки, предназначенные только для отстоя электровозов, установками АУПТ и АУПС могут не оборудоваться).

Рекомендуется применение порошковых, или аэрозольных АУПТ;

- складов горюче-смазочных материалов (ГСМ), расположенных в отдельных камерах, с хранением в стационарных емкостях запаса ГСМ, рассчитанного, более чем на одноразовую заправку, работающих в смену машин и гаражей машин с ДВС. Рекомендуется применение порошковых, пенных, водяных спринклерных АУПТ;

- постоянного склада ВМ, в том числе постоянных участковых пунктов хранения ВМ (ВВ, СИ, ПВА), как камерного, так и ячеекового типа.

Защите установками АУПТ на складе ВМ подлежат камеры для хранения ВМ, выработки с ячейками для хранения ВМ, выработки для разгрузки ВМ, камеры для хранения горючей тары из-под ВМ. Рекомендуется применять водяные спринклерные АУПТ:

- приводных и натяжных станций ленточных конвейеров, оснащенных трудногорючей лентой (при использовании негорючей ленты приводные станции могут оборудоваться только установками АУПС). Рекомендуется применять пенные АУПТ и водяные спринклерные АУПТ.

АУПТ должны быть оснащены устройствами:

- выдачи звукового и светового сигналов оповещения о пожаре;
- контроля давления (уровня) в заполненных трубопроводах и емкостях, содержащих ОТВ и (или) контроля массы огнетушащего вещества;

АУПТ должны обеспечивать при объемном пожаротушении формирование контрольного импульса:



- на автоматическое отключение вентиляции и перекрытие, при необходимости, проемов и смежных помещений (выработок) до начала пуска ОТВ в защищаемое помещение (выработку);
- на самозакрывание дверей;
- на задержку подачи ОТВ в защищаемый объем на время, необходимое для эвакуации людей, но не менее, чем на 30 с.

При срабатывании АУПТ объемного пожаротушения внутри защищаемого помещения (выработки) должен выдаваться сигнал в виде надписи на световых табло **«Газ (пена, порошок) - уходи!»** и звуковой сигнал оповещения.

У входа в защищаемое помещение (выработку) должен включаться световой сигнал **«Газ (пена, порошок) - не входить»**, а в помещении дежурного персонала – соответственно, сигнал с информацией о подаче ОТВ.

АУПТ (кроме спринклерных установок) должны быть оснащены ручным пуском. Устройства ручного пуска должны находиться вне зоны горения и должны быть защищены от случайного приведения их в действие.

При проектировании АУПТ и АУПС для шахтных объектов необходимо обеспечить дополнительную защиту оборудования от помеховых факторов (пыль, влажность, агрессивная среда и др.), если уровень защиты самого оборудования ниже уровня соответствующего условиям защищаемого объекта.

Для обеспечения потребителей АУПТ и АУПС электропитанием по режиму I категории по ПУЭ необходимо учитывать продолжительность отключения электроэнергии в шахте на период массовых взрывов и других неординарных мероприятий, чтобы расчетная емкость приборов питания в системе АУПТ и АУПС соответствовала этому периоду.

#### Список источников

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" (С изменениями и дополнениями от 12 марта 2014 г.). Утвержден Президентом Российской Федерации, 21.12.1994 г.

2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (С изменениями и дополнениями от 2 июля 2013 г.). Утвержден Президентом Российской Федерации, 22.07.2008 г.

3. СПЗ.13130.2009 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях».

4. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Утверждены приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 314.

5. СПЗ.13130.2009 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией».

6. РД 25.952-90 «Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Порядок разработки задания на проектирование».

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АСПЕКТ ПОСЛЕДСТВИЙ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### THE SPATIAL ASPECT OF CONSEQUENCES MINERAL DEPOSITS DEVELOPMENT

*Атаманова Е.А.*

*Atamanova E.A.*

*Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук*

*Ключевые слова:* пространственное размещение, экологические и социальные последствия, освоение месторождений.

*Аннотация:* Техногенное воздействие при освоении месторождений полезных ископаемых значительно усиливает неблагоприятные изменения во всех сферах человеческой жизнедеятельности. Негативные экологические и социальные последствия интенсивной добычи минерального сырья значительно снижают качество жизни людей. Глубина и охват этих последствий напрямую связана с пространственным размещением горнодобывающего производства. Поэтому такие последствия имеют свои особенности на урбанизированных территориях и в слабо освоенных северных регионах. Необходим учет и анализ этих последствий при стратегическом планировании проектов в горной отрасли для создания экологически безопасных и социально комфортных условий проживания населения в горнопромышленных регионах.

*Abstract:* The mineral deposits development causes significant changes in all spheres of human activities. Negative environmental and social consequences of intensive mineral resources extraction significantly reduce the quality of human life. The depth and coverage of these consequences are directly related to the spatial location of mining production. Therefore, such consequences are peculiarity for urban areas and in sparsely developed Northern regions. Professionals need to consider and analyze these consequences in strategic planning in the mining industry projects to create environmentally safe and socially comfortable living conditions for the mining regions population.

В рамках государственной программы «Новое качество жизни» правительством и министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации реализуется подпрограмма «Охрана окружающей среды на 2012-2020 годы». Основной целью данной подпрограммы продекларировано повышение уровня экологической безопасности граждан и сохранения природных систем. Одним из пунктов перечня ожидаемых результатов является создание экологически безопасной и комфортной обстановки в местах

проживания населения, его работы и отдыха, снижение заболеваемости населения, вызванной неблагоприятными экологическими условиями, рост продолжительности жизни городского населения.

Для достижения заявленных целей подпрограммы специалистам необходимо провести учет и анализ всех негативных последствий деятельности горнодобывающей отрасли, как одной из наиболее негативно воздействующих на окружающую среду.

Современный этап развития цивилизации обеспечивается интенсивной добычей минерального сырья и возрастающим техногенным воздействием не только на геологическую среду, но и на экологическую и социальную. Россия среди горнодобывающих стран по числу (разнообразию) добываемых материалов занимает одно из ведущих мест в мире.

Горнопромышленный комплекс (ГПК) в результате своей деятельности создает свою техносферу, неуклонно замещая ею биосферу. Так по данным Роскомстата на долю горного производства приходится порядка 40% всех нарушенных земель, более 30% вредных выбросов в атмосферу и 10% объемов сточных вод. К настоящему времени деятельность предприятий, образующих ГПК представляет для человечества серьезную опасность.

В крупных горнопромышленных районах происходят ландшафтные, климатические, гидрогеологические и аэрологические изменения. Совершается интенсивное, захватывающее большие пространства перераспределение химических элементов, т. е. образуются характерные аномалии на нормальном биохимическом фоне планеты [2]. Особенностью этих аномалий является то, что они возникают всего за несколько лет.

Длительный период развития горной отрасли позволяет сделать достаточно глубокий анализ последствий от некоторых видов воздействия при освоении месторождений полезных ископаемых на окружающую среду, на непосредственно условия жизнедеятельности населения и опосредованно через

экологию на качество жизни людей. Последствия – осознаваемое человеком или определенной социальной группой *изменение условий жизни* при осуществлении каких-либо изменений в окружающей среде [3].

Эффективность горнодобывающего производства напрямую зависит от природных факторов размещения – совокупности пространственных неравнозначных условий и ресурсов, а также их свойств и правильное использование, что в свою очередь обеспечивает наилучшие производственные результаты и поступательное развитие региона. К природным факторам относят количественные запасы и качественный состав природных ресурсов, горно-геологические и другие условия их добычи и использования, климатические, гидрогеологические, орографические характеристики территории.

Пространственное размещение горного производства в отличие от территориального, для которого характерны в основном географические и природно-климатические особенности, предполагает учет различных пространственных факторов, таких, например, как существование социальной, транспортной, энергетической и др. инфраструктуры, наличие трудовых ресурсов, конъюнктуры, формы собственности и т.д.

*На урбанизированных территориях* наиболее характерным является освоение месторождений твердых полезных ископаемых, реже нефть и газ.

Наиболее ощутимые и наглядно проявляемые экологические и социальные последствия от освоения месторождений полезных ископаемых наблюдаются на территориях с развитой инфраструктурой и высокой плотностью населения.

В свою очередь появление и развитие многих урбанизированных территорий в нашей стране связано именно с освоением месторождений полезных ископаемых и работой горнодобывающих (горно-перерабатывающих) предприятий, которые являются градообразующими,

поэтому существенно влияют не только на окружающую природу, но и на эколого-социальные условия существования населения.

Экологически опасные геологические объекты и сопряженные с ними предприятия по переработке минерального сырья очень часто находятся вблизи или даже в пределах крупных городов и поселений различного уровня и могут наносить значительный ущерб окружающим их экосистемам и населению данного региона. На таких территориях горнодобывающие и сопутствующие ему предприятия являются источниками значительного преобразования компонентов природной среды. Это проявляется в деградации почвенного и растительного покрова, загрязнении и истощении подземных водоносных горизонтов, перестройке рельефа, уничтожении малых рек и т.п.

При этом, естественно, получается, что чем выше концентрации токсичных компонентов в рудах месторождения, чем больше их запасы и чем менее экологически безопасная технология отработки, тем значительнее экологогеохимическая опасность для окружающей природной среды и населения городов [4].

Карьеры и шахты создают техногенные ландшафты на прилегающих к городам территориях, что обуславливает в свою очередь активизацию геопроцессов приводящих к негативным экологическим последствиям:

- в литосфере – в процессе техногенеза на месте естественных форм рельефа возникают новые, не существовавшие ранее, специфические формы – карьеры, отвалы, подземные пустоты и т.д. Перемещение горных масс, изменение местного базиса эрозии и разрушение горных массивов с образованием дисперсных обломочных фракций с большой удельной поверхностью – определяют скорость и направление экзоморфодинамических процессов (эрозия, дефляция, оползни, суффозия, карст, обвалы и сдвиги горных масс, горные удары, прорывы пльвунов и др.) [5]. Указанные процессы

могут негативно влиять на условия проживания и хозяйственную деятельность населения горнопромышленных районов.

- в гидросфере - гидрогеохимическая обстановка: загрязнение грунтовых и напорных вод, изменение химического состава водоносных горизонтов в результате подтягивания минерализованных вод из смежных горизонтов; гидродинамические условия: повышение или снижение уровня грунтовых вод, изменения соотношения уровней грунтовых и напорных вод, образование глубоких депрессионных воронок, снижению уровней напорных вод ниже кровли водоносного пласта, изменение условий перетекания и источников формирования подземных вод, изменение условий питания грунтовых и напорных вод, изменение условий защищенности грунтовых и напорных вод; геодинамическая обстановка: активизация экзогенных геологических процессов (карст, оползни), заболачивание и подтопление территорий; гидрологическая обстановка: изменение гидрологического режима рек [6].

- в атмосфере - загрязнение воздуха газами и пылевыми выбросами при буровзрывных, погрузочно-разгрузочных работах; при дроблении руды и ее переделе; при пылении отвалов, хвостохранилищ, складов готовой продукции и т. д. При этом, наиболее весомый вклад в валовое загрязнение атмосферы горнопромышленного района вносят, периодически осуществляемые массовые взрывы в карьерах с большой мощностью зарядов. Они загрязняют воздух мелкодисперсной пылью, аэрозолями и газами.

- в биосфере - угнетение и уничтожение естественной растительности, миграция и сокращение численности диких животных, снижение продуктивности сельского и лесного хозяйства, животноводства и рыбного хозяйства.

Негативные социальные последствия:

- изъятие земель, имеющих сельскохозяйственное значение, изъятие и загрязнение вод хозяйственно-питьевого назначения, а также возможность

(часто гипотетическая) радиоактивного облучения населения рудными песками, концентратами, промпродуктами и техническими элементами – все это является побудительными факторами социальной напряженности и сопротивления населения освоению месторождений;

- полное или частичное изъятие вод хозяйственно-питьевого назначения и потеря питьевых источников водоснабжения - родников, колодцев, скважин, водозаборов;

- разрушение объектов городской инфраструктуры в результате проседания земной поверхности сейсмических событий, возникающих из-за образования пустот-выработок, например, при добыче калийных и магниевых солей (в том числе и непосредственно под жилыми кварталами города), что в свою очередь обуславливает необходимость переселения местного населения с привычного места жительства в другие районы, вызывая другие последствия (смена адреса, документов, детское учреждение, школа, работа и т.д.).

- повышение уровня заболеваемости не только работников горнодобывающего предприятия, но и проживающего в данном регионе населения в пределах многих десятков километров в результате загрязнения атмосферы (выбросы газов, буровзрывные работы, пыль и т.д.), подземных воды (сточные воды, токсичные вещества и т.д.), почвы (накопление тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями и т.д.);

- ускорение процесса разрушения техники и сооружений из-за повышения кислотности атмосферных осадков.

*На территориях приуроченные к районам с менее развитой инфраструктурой и более низкой плотностью населения, а также Северных регионов.*

Территории с мало развитой транспортной, энергетической и другой инфраструктурой, с более низкой плотностью населения преимущественно расположены в северных и малоосвоенных регионах страны. Географические и



природно-климатические особенности этих территорий вызывают необходимость наиболее полного учета негативных экологических и социальных последствий освоения месторождений полезных ископаемых в силу их наименьшей адаптационной способности противостоять активному хозяйственному вмешательству человека, так как достаточно широко известен феномен низкой устойчивости северных экосистем к различным формам антропогенного воздействия. Последнее обстоятельство определяется не высоким видовым разнообразием и низкой биологической продуктивностью, а обедненностью трофических связей и слабой устойчивостью организмов северных популяций к внешним стрессам [7].

Общими негативными экологическими последствиями освоения месторождений на северных территориях являются: нарушение целостности почвенно-растительного покрова; интенсификация эрозионных процессов; изменение структуры и продуктивности пойменных земель; возникновение новых форм рельефа; увеличение альbedo грунтов и изменение их фильтрационных свойств; изменение геокриологического режима; снижение уровня грунтовых вод; загрязнение поверхностных вод взвешьями; засорение и деформация русел рек; заиливание нагульных и репродуктивных площадей для рыбного хозяйства [8].

Негативные экологические последствия во многом аналогичны последствиям на более развитых территориях, но наряду с этим имеют свои особенности [9]:

- разрушение лишайникового покрова тундры, основы северных биогеоценозов, гусеничным транспортом - ведет к эрозии почвы, развитию термокарстовых явлений. Растительный покров на севере – лишайники и тундровое редколесье имеет особое значение, так как сохраняет и стабилизирует вечную мерзлоту, обеспечивает водный режим, служит ветро- и снегозащитой;

- трансформация водных экосистем под воздействием сброса в речную сеть высокоминерализованных вод и стоков с территорий горнодобывающих предприятий и хвостохранилищ. Северные реки естественным путем практически не очищаются от органических загрязнений из-за низкой температуры воды и недостатка кислорода, в отличие от рек в средней полосе, где такие загрязнения нейтрализуются природными «фильтрами» на протяжении нескольких сотен километров течения;

- запыление, задымление атмосферного воздуха уменьшает освещенность (и так довольно таки низкую) в этих регионах, ультрафиолетовую радиацию, которой здесь и без того недостает человеку и растениям;

- общее загрязнение биосферы, например, в нефтегазодобывающих районах сопровождается циркуляцией и накоплением в различных звеньях трофической цепи токсических веществ, мутагенных и канцерогенных углеводов, что представляет в конечном счете серьезную опасность и для здоровья человека;

- загрязнение водоемов во время аварий на нефтепроводах, сбросов из шламовых отвалов, подсланцевых вод и т.д. привело, например, к тому, что Обь приносит в Северный Ледовитый океан ежегодно более сотни тысяч тонн углеводов;

- выведение из строя огромных площадей ягельника, оленьих пастбищ нерегулируемым использованием гусеничных вездеходов.

При освоении месторождений в районах с менее развитой инфраструктурой и более низкой плотностью населения, а также в Северных регионах, использование мобильных методов организации производства (вахты) приводит зачастую к негативным последствиям и в социальной сфере на уровне не только отдельной личности, но и профессиональных групп, производственных коллективов:

- возникновение социально-бытовых проблем для постоянного населения северных городов и поселков (нехватка билетов на авиационные рейсы, нехватка продуктов питания и т.д.) из-за пополнения коллектива вахтовиками, не требующими каких-либо социальных условий, так называемые «дикие», например, при срочной сдаче «объекта»;

- относительно низкий уровень производительности труда вахтовых рабочих, отсутствие должной слаженности в коллективах, большая продолжительность рабочего дня, зачастую низкий уровень квалификации, участвовавшие случаи разладов в семьях из-за длительных и регулярных отъездов мужей на вахту, высокая текучесть кадров;

- отсутствие нормальной возможности культурного, медицинского и другого обслуживания, повышения профессиональной квалификации в условиях вахтовых поселков.

Таким образом, наибольшим негативным экологическим последствиям, которые с трудом поддаются оценке и осознанию в обозримом будущем, подвергаются удаленные и слабо освоенные, а также Северные территории. Такая ситуация складывается не только из-за хрупкости и уязвимости этих территорий, сколько от отсутствия зачастую рационального, экологически грамотного управления процессами освоения, отсутствия своевременного качественного экологического мониторинга окружающей среды и нехватки пресловутого общественного контроля за работой горных предприятий.

Негативные социальные последствия, возникающие, в том числе и в результате неблагоприятной экологической ситуации, при освоении месторождений горнодобывающими предприятиями, особенно остро проявляются на урбанизированных территориях, где в силу различных объективных причин (высокая плотность населения, возможность регулярного экологического мониторинга, доступность медицинских учреждений и т.д.) можно их отследить и осмыслить.

#### Список источников

- 1 Чантурия В. А. Перспективы устойчивости развития горно-перерабатывающей индустрии России // Горный журнал. 2007. №2. С.1-4.
- 2 Михайлов А. М. Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом. М. : Недра, 1981. 184 с.
- 3 Бодров С. С., Пермяков Р. С. Оценка воздействия горных предприятий на окружающую среду. Экологическая экспертиза. М. : ВИНТИ, 1998. Вып. 2. С. 84.
- 4 Беляев А. М. Оценка эколого-геохимической опасности месторождений полезных ископаемых // Вестник СПбГУ. 2011. Сер. 7 Вып. 3. С 43-48.
- 5 Петин А. Н. Рациональное недропользование в железорудной провинции Курской магнитной аномалии. Проблемы и пути их решения. [Электронный ресурс] URL: <http://lib.znate.ru/docs/index-196326.html> (дата обращения 02.11.2016).
- 6 Государственный мониторинг состояния недр. [Электронный ресурс] URL: <http://centrnedra.ru/?id1=4&id2=12> (дата обращения 02.11.2016).
- 7 Вольперт Я. Л. Трансформация наземных экосистем в результате воздействия алмазодобывающей промышленности // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. С. 80-82.
- 8 Батомункуев В. С., Жамьянов Д. Ц.-Д. Влияние горнодобывающей промышленности на окружающую среду в пределах бассейна реки Селенги. Рациональное природопользование: традиции и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. проф. М.В. Слипенчука. М.: Издательство Московского университета, 2013. С. 112-114.
- 9 Куцев Г. Ф. Человек на Севере. М. : Политиздат, 1989. 217 с.

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО КАНЦЕРОГЕННОГО  
РИСКА У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В  
ПЕРИОД МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

**LOOK-AHEAD ESTIMATION OF INDIVIDUAL CANCEROGENIC RISK  
OF WORKERS OF MANUFACTURE OF TITANIC ALLOYS IN  
ENTERPRISE MODERNISATION**

*Базарова Е.Л.<sup>1</sup>, Рослый О.Ф.<sup>2</sup>, Тартаковская Л.Я.<sup>2</sup>, Ошеров И.С.<sup>1</sup>*

*Bazarova E.L.<sup>1</sup>, Rosly O.F.<sup>2</sup>, Tartakovskaya L.Y.<sup>2</sup>, Oshero I.S.<sup>1</sup>*

*Медицинское учреждение «Медико-санитарная часть Тирус»<sup>1</sup>*

*ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики  
и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора<sup>2</sup>*

*Ключевые слова:* индивидуальный канцерогенный риск, гигиена руда в производстве титановых сплавов, профилактика рака

*Аннотация.* В статье приводятся результаты прогнозной оценки индивидуального профессионального канцерогенного риска для рабочих профессиональных групп производства титановых сплавов, имеющих в ходе трудовой деятельности контакт с веществами канцерогенного действия. Предложены меры по минимизации риска.

*Abstract.* In article results of a look-ahead estimation of individual professional cancerogenic risk for working professional groups of manufacture of the titanic alloys having during labour activity contact to substances of cancerogenic action are resulted. Measures on risk minimisation are offered.

Трудно выделить в общественном здравоохранении более актуальную проблему, чем профилактика злокачественных новообразований, являющихся одной из ведущих причин смертности населения, причиняющих боль и страдания пациенту и его близким. Причиной профессиональных, профессионально и эколого- обусловленных онкологических заболеваний является использование или образование в ходе технологического процесса промышленных предприятий канцерогенных веществ. Горнопромышленные регионы характеризуются высоким территориальным сосредоточением таких предприятий, вследствие чего вопрос оценки канцерогенного риска у работников стоит особенно остро. Старая гигиеническая парадигма, базирующаяся на соблюдении гигиенических нормативов содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны –

среднесменных и максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДК) неприменима в отношении канцерогенов, обладающих беспороговым эффектом. Соблюдение ПДК в данном случае не обеспечивает безопасности работников, и для анализа существующей и будущей ситуации требуются иные подходы. Одним из них является прогноз канцерогенной опасности, исходя из концепции канцерогенного риска.

Наличие контакта с канцерогенами формирует у работников определенный уровень профессионального канцерогенного риска. Канцерогенные эффекты оцениваются по беспороговому принципу, при этом нормирование осуществляется по уровню приемлемого риска, верхняя граница которого для профессиональных групп составляет 1 на 1000 работающих, то есть 0,001 или  $1 \times 10^{-3}$ . Индивидуальный канцерогенный риск характеризуется как вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием производственных канцерогенов.

Исследование проводили на крупном предприятии по производству титановых сплавов. В изучаемом производстве ингаляционный путь поступления вредных веществ имеет большее значение, чем транскутанный (ввиду применения защитных специальной одежды и кремов) и пероральный пути. Поэтому расчет индивидуального профессионального канцерогенного риска проводился для ингаляционного пути поступления канцерогенов, исходя из характеристики типичной рабочей экспозиции для стажа работы 40 лет. В основу взяты подходы, изложенные в гигиеническом Руководстве Р 2.1.10.1020-04, трудах С.М. Новикова, Г.И. Румянцева, З.И. Жолдаковой, Е.А. Шашиной, О.В. Пономаревой, ММА им. И.М. Сеченова, ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН, г. Москва, 1998 г., диссертационных работах П.В. Серебрякова, ФБУН Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи, 2007 г., А.В. Мельцера, ГБОУ Северо-Западный ГМУ им. И.И. Мечникова МЗ РФ, Санкт-Петербург, 2008 г., исследованиях Е.А.

Кузьминой, В.И. Адриановского, Б.А. Кацнельсона, ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны труда рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора и ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет», г. Екатеринбург, 2012 г. Канцерогенный риск в данном исследовании рассчитывался с использованием варианта расчета, разработанного Е.А. Кузьминой и соавт.

Усредненные за период трудового стажа фактические концентрации вредных веществ – производственных канцерогенов в воздухе рабочей зоны составили: хрома(VI)триоксида на рабочих местах плавильщиков электронно-лучевого переplava –  $0,00086 \text{ мг/м}^3$ , плавильщиков гарнисажного переplava участка с сухой чисткой свода печи –  $0,0032 \text{ мг/м}^3$ , участка с установкой мокрой очистки –  $0,0024 \text{ мг/м}^3$ , плавильщиков вакуумно-дугового переplava при работе в пультовых –  $0,0011 \text{ мг/м}^3$ , на загрузке печей –  $0,0008 \text{ мг/м}^3$ , на сборке и чистке литейного комплекта –  $0,003 \text{ мг/м}^3$ , операторов линии по обработке цветных металлов –  $0,005 \text{ мг/м}^3$  при ПДКсс  $0,01 \text{ мг/м}^3$  (класс условий труда 2 согласно классификации Руководства Р 2.2.2005-06); никеля на рабочих местах огнеупорщиков -  $0,069 \text{ мг/м}^3$  при ПДКмр  $0,05 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.1), термистов –  $0,0095 \text{ мг/м}^3$  (класс 2), резчиков на ленточно-пильных автоматах KASTO-Y-4 –  $0,069 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.1), слесаря-инструментальщика –  $0,21 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.3); свинца на рабочих местах электромонтеров и инженеров-электриков –  $0,008 \text{ мг/м}^3$  при ПДКсс  $0,05 \text{ мг/м}^3$  (класс 2).

На ряде рабочих мест наблюдалось комбинированное воздействие канцерогенов на работников: у станочников - хрома(VI)триоксида в концентрации  $0,0075 \text{ мг/м}^3$  и никеля  $0,043 \text{ мг/м}^3$  (итоговый класс условий труда, с учетом однонаправленного действия канцерогенов, – 3.1), у кузнецов автоматизированных кузнечных комплексов при обслуживании вертикальных гидравлических прессов усилием 30 тыс. т и 70 тыс. т - хрома(VI)триоксида в концентрации  $0,01384 \text{ мг/м}^3$  и никеля  $0,019 \text{ мг/м}^3$ , прессов усилием 1,5 тыс. т, 3

тыс. т, 6 тыс. т – хрома(VI)триоксида -  $0,0146 \text{ мг/м}^3$  и никеля  $0,022 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.1), машинистов крана кузнечно-прессового отделения – никеля  $0,0096 \text{ мг/м}^3$  и бенз(а)пирена  $0,00019 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.1), контролеров кузнечно-прессовых работ – никеля  $0,011 \text{ мг/м}^3$  и бенз(а)пирена –  $0,0000279 \text{ мг/м}^3$  (класс 2), газорезчиков – никеля  $0,05 \text{ мг/м}^3$  и бенз(а)пирена –  $0,0000279 \text{ мг/м}^3$  (класс 3.1).

В зависимости от канцерогенного потенциала применяемых веществ и их концентраций в воздухе рабочей зоны, расчетный риск в разных профессиональных группах колеблется от нескольких, дополнительных к фоновому, случаев онкологических случаев на 100000 экспонированных работников до нескольких заболеваний на 100 работников. Наибольший профессиональный риск отмечается в профессиях кузнецов автоматизированных комплексов при обслуживании вертикальных гидравлических прессов усилиями 1,5 тыс. т, 3 тыс. т, 6 тыс. т -  $3,39 \times 10^{-2}$ , усилиями 30 тыс. т, 70 тыс. т -  $3,21 \times 10^{-2}$ , станочников (фрезеровщиков, токарей, токарей-карусельщиков и др.) при обработке хром- и никельсодержащих сплавов –  $1,88 \times 10^{-2}$ , операторов линии по обработке цветных металлов участков шлифования металла -  $1,13 \times 10^{-2}$ . Наибольший вклад в суммарный риск в данных профессиях вносит хром(VI)триоксид: от 89,9% у станочников до 94,1% у кузнецов прессов усилиями 30 тыс. т, 70 тыс. т, 97,1% - у кузнецов прессов усилиями 30 тыс. т, 70 тыс. т и 100% - у операторов линий.

На порядок ниже индивидуальный канцерогенный риск в профессиональных группах плавильщиков гарнисажной плавки –  $7,21 \times 10^{-3}$  при сухой чистке свода печей и  $5,41 \times 10^{-3}$  – при влажной, плавильщиков электронно-лучевого переплава –  $1,94 \times 10^{-3}$ , слесарей-инструментальщиков при зачистке поверхности штампов ручной шлифовальной машиной –  $9,48 \times 10^{-3}$ , резчиков металла на пилах KASTO-Y-4 –  $3,11 \times 10^{-3}$ , газорезчиков титановых отходов ручными керосинорезами РК02 –  $3,61 \times 10^{-3}$ , огнеупорщиков –  $3,11 \times 10^{-3}$ . Канцерогенный риск у плавильщиков при плавке хромсодержащих титановых



сплавов обусловлен хром(VI)триоксидом, у слесарей-инструментальщиков, газорезчиков, огнеупорщиков, резчиков на пилах - никелем. Полученные значения индивидуального канцерогенного риска у плавильщиков новых видов переплава титановых сплавов (электронно-лучевого, гарнисажного) сопоставимы с таковыми у плавильщиков традиционной вакуумно-дуговой плавки, составившими от  $1,8 \times 10^{-3}$  у плавильщиков участка загрузки печей и проведении сухой профилактики внутри объемов печей,  $2,48 \times 10^{-3}$  – участка пультовых с проведением работ по осмотру и замене огарка, чистке и замене стекол, чистке фильтров,  $6,31 \times 10^{-3}$  – участка сборки и чистки литейного комплекта.

Прогноз индивидуального канцерогенного риска у плавильщиков, кузнецов, станочников, операторов линий, резчиков на пилах, газорезчиков, слесарей-инструментальщиков и огнеупорщиков позволяет отнести работников данных профессий к группе высокого риска по развитию злокачественных онкологических заболеваний, так как полученные значения риска соответствуют 4-у диапазону согласно Р 2.1.10.1920-04 (неприемлемый риск для профессиональных групп и населения, или манифестный риск, обозначаемый как DeManifestosRisk). Необходима разработка неотложных мер по минимизации канцерогенного риска у работников перечисленных профессий. Необходимо отметить, что значения риска, относящиеся к неприемлемому диапазону, в профессиях плавильщиков, огнеупорщиков получены при соответствии концентраций хрома и никеля в воздухе рабочей зоны гигиеническим нормативам.

Индивидуальный канцерогенный риск у термистов при обслуживании газовых печей составил  $4,28 \times 10^{-4}$ , у контролеров кузнечно-прессовых работ -  $5,02 \times 10^{-4}$ , машинистов кранов кузнечно-прессового отдела –  $4,73 \times 10^{-4}$ . Он обусловлен у термистов воздействием никеля, у машинистов кранов и контролеров – комбинированным действием никеля и бенз(а)пирена с ведущим вкладом никеля, доля которого в суммарном риске составила у машинистов крана 91,5%, у контролеров - 98,8%. Вклад бенз(а)пирена оказался значительно меньше,

несмотря на то, что концентрации в воздухе никеля соответствовали классу 2, а бенз(а)пирена – классу 3.1. Меньшие расчетные значения риска у контролеров и машинистов кранов в сравнении с кузнецами того же кузнечно-прессового отделения обусловлены большим удалением их рабочих мест от источников выделения вредных веществ и меньшими концентрациями их в воздухе. Прогнозные значения канцерогенных рисков в профессиях термистов, машинистов кранов и контролеров относятся к 3–у диапазону согласно Р 2.1.10.1920-04 (риск приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом). Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

Индивидуальный канцерогенный риск у электромонтеров и инженеров-электриков участка электронно-лучевого перепада при проведении ремонтных работ с использованием свинецсодержащих припоев составил  $1,8 \times 10^{-3}$ . Он обусловлен контактом со свинцом и относится ко 2-у диапазону приемлемости риска согласно Р 2.1.10.1920-04 (соответствует предельно допустимому риску для населения, то есть верхней границе приемлемого риска). Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях могут проводиться дополнительные мероприятия по снижению риска.

Адекватная прогнозная оценка рисков является важной предпосылкой для организации управления ими. Современная концепция управления рисками в период модернизации предприятий и внедрении инновационных технологий включает в себя поддержку нового типа мышления, получившего название «Безопасность через конструктивизм», при применении которого вопросы безопасности в приоритетном порядке решаются на всех стадиях новых технологических процессов: от замысла до дизайна и производства. Включение понятия «безопасность» в качестве интегрального компонента «бизнес-мышления» свидетельствует о понимании выгоды обеспечения безопасности при развитии новых прогрессивных технологий. Руководство этим процессом

требует повсеместного распространения новой культуры безопасности – у администрации, профсоюзов, работников и членов их семей. При организации профилактических мероприятий применяют принцип «ALARA» – «как можно ниже, насколько это разумно достижимо». Необходимо сведение производственного воздействия канцерогенов на работников к минимуму с полным исключением в идеале. Методы экспозиционной защиты работников должны разрабатываться с использованием концепции канцерогенного риска. Снизить экспозицию канцерогенов можно двумя путями: уменьшив время контакта и уровни канцерогенов.

Исходя из концепции канцерогенного риска, нами определена безопасная продолжительность производственного контакта, при которой достигается верхний предел приемлемого риска для профессиональных групп (0,001) с учетом конкретных условий труда и при условии их неизменности, которая составляет для плавильщиков электронно-лучевого переплава – 20,6 лет, гарнисажного переплава при сухой чистке печей – 5,5 лет, при мокрой - 7,4 года, для плавильщиков вакуумно-дугового переплава при работе в пультовых – 16,1 года, при сборке и чистке литейного комплекта – 5,9 лет, для станочников при обработке легированных сплавов при существующих условиях без вентиляции – 2,1 года, кузнецов – 1,2 года, слесарей-инструментальщиков – 4,2 года, газорезчиков – 11,1 года, операторов линии по обработке цветных металлов – 3,5 года, резчиков на пилах KASTO – 12,9 лет, огнеупорщиков – 12,9 года.

Проведенная прогностическая оценка канцерогенных рисков позволила прийти к выводу, что приемлемый канцерогенный риск может быть достигнут при снижении концентрации хром(VI)триоксида на рабочих местах кузнецов автоматизированных кузнечных комплексов в 31,5 – 33,2 раза, на рабочих местах плавильщиков – в 1,8 – 7,3 раза, операторов линий по обработке цветных металлов – в 11,4 раза, резчиков на пилах KASTO – в 3,1 раза, станочников – в 17,0 раза; при снижении концентрации никеля на рабочих местах газорезчиков – в

3,6 раза, слесарей-инструментальщиков – в 9,5 раза, станочников – в 2,0 – 5,3 раза, огнеупорщиков – в 3,14 раза.

Пути достижения безопасных концентраций являются: замена применения канцерогенноопасных веществ неканцерогенными, при невозможности – исключение непосредственного контакта с ними путем комплексной механизации и автоматизации, дистанционного управления технологическими процессами, герметизация производственного оборудования, поиск безграфитовых бездымных технологических смазок, организация рациональной вентиляции в производственных помещениях - общеобменной приточно-вытяжной вентиляции и местной, от мест образования пылегазовыделений, озеленение территории предприятия, ее очистка, увлажнение в летнее время, подача в цехи предварительно очищенного в фильтрах воздуха, запрещение рециркуляции воздуха в помещениях с использованием канцерогенов. На практике модернизация производственных участков сопровождается уплотнением оборудования на имеющихся площадях при общеобменных вентиляционных системах той же производительности или даже ликвидацией вентиляционных камер приточных систем с целью высвобождения помещений под новое оборудование, воздействием вредных факторов, генерируемых новым оборудованием, на работников смежных участков. Необходим расчетный анализ изменившегося соотношения между притоком и вытяжкой в каждом рабочем помещении с дальнейшим проектированием и монтажом дополнительных вентиляционных систем с целью улучшения воздухообмена и исключения перетекания загрязненного воздуха на соседние участки.

В связи с высоким профессиональным канцерогенным риском на рабочих местах кузнецов при использовании графитсодержащих технологических смазок и стеклосмазок, станочников современных металлообрабатывающих центров при обработке высоколегированных сплавов и применении смазочно-охлаждающих жидкостей, огнеупорщиков при замене старой кладки на новую, имеется

необходимость проектирования и внедрения местных вентиляционных систем от оборудования (молотов и прессов, станков, при работе внутри полузамкнутых пространств – в нагревательных печах, приемках, колодцах). Снизить канцерогенную нагрузку могут оборудование кабин и пультов управления кондиционерами с фильтрами; перевод операций, связанных с обдувом оборудования, изделий и полуфабрикатов сжатым воздухом, на пневмоотсосы. Для исключения вторичного пылеобразования требуется регулярная чистка стен, ферм, других строительных конструкций и оборудования с использованием промышленных пылесосов, гидросмыва, влажная уборка производственных помещений. Отделка помещений должна допускать проведение влажной уборки и препятствовать сорбции вредных веществ.

Подбор и использование современных эффективных средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи при сохранении остаточного риска также играет важную барьерную роль в снижении величины воздействующей на работников экспозиции вредных веществ, но влечет за собой дополнительные риски для здоровья, особенно для лиц, имеющих заболевания органов дыхания и кровообращения. Имеет значение обеспыливание спецодежды, централизованная стирка спецодежды с добавками комплексонов и контроль ее эффективности посредством смывов. С позиций концепции канцерогенного риска важна идентификация канцерогенов на рабочем месте, оптимизированный мониторинг концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны, оценка достигнутого канцерогенного риска индивидуально у каждого работника групп высокого риска в динамике для определения безопасного стажа с учетом конкретных условий труда с ежегодным информированием работника и предоставлением ему возможности перейти на другую работу вне контакта с канцерогенами.

Лечебно-профилактические мероприятия являются важным звеном оздоровления работников канцерогеноопасных производств. К ним относятся

регулярное наблюдение за состоянием здоровья работников путем проведения предварительных и периодических медицинских осмотров как работников, так и ветеранов труда предприятия (в связи с длительным латентным периодом действия канцерогенных веществ) с применением онкомаркеров и участием в комиссии онколога, биомониторинг канцерогенов в организме, комплексы внутрисменной и послесменной реабилитации - ингаляции, дыхательная гимнастика, массаж, фитосборы, сорбенты, витамины-антиоксиданты и др). Не теряет значения укрепление противоракового иммунитета организма путем ведения здорового образа жизни.

**ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ В ЗОНЕ ОСВОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ  
ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА**

**MANPOWER IN THE ZONE OF DEVELOPMENT OF PERSPECTIVE  
FIELDS OF SOLID MINERALS OF THE SUBPOLAR URALS**

*Балашенко В.В., Логинов В.Г.  
Balashenko V.V., Loginov V.G.  
Институт экономики УрО РАН*

*Ключевые слова:* добыча угля, месторождения, трудовые ресурсы, занятость населения

*Аннотация:* Определены наиболее вероятные к разработке полезные ископаемые на Приполярном Урале. Приведены характеристики и пути использования бурых углей. Выполнен анализ трудовых ресурсов в районе будущей разработки месторождений. Выявлены основные проблемы сферы труда и занятости Березовского района ХМАО-Югры. Сделаны выводы о нехватке квалифицированной рабочей силы. Предложены меры по привлечению трудовых ресурсов для освоения месторождений.

*Annotation:* The most probable minerals to development in the Subpolar Urals are determined. Characteristics and ways of use of brown coals are provided. The analysis of a manpower around future development of fields is made. The main problems of the sphere of work and Berezovsky's employment of the Region of KhMAO-Yugra are revealed. Conclusions are drawn on shortage of a skilled labor force. Measures for attraction of a manpower for development of fields are proposed.

Наиболее вероятные к освоению на Приполярном Урале являются месторождения угля, кварца, стройматериалов, золота рудного и россыпного.

В округе в пределах Северо-Сосьвинского угленосного района Сосьвинско-Салехардской боксито-угленосной минерагенической зоны имеются месторождения и проявления углей терригенной угленосной формации, которые локализованы на трех стратиграфических уровнях: нижнекаменноугольном, верхнетриасовом и ниже-среднеюрском. Маломощные пласты высокозольного бурого угля установлены и среди отложений северососьвинской свиты мелового периода, однако они не имеют промышленного значения. Государственным балансом полезных ископаемых РФ учтены 1350,2 млн. т бурых углей (категория В-1,3; С<sub>1</sub>-468,2; С<sub>2</sub>-880,7 млн

т). Углей марки 3Б (триасовых) на балансе 78 млн. т (к открытой отработке), углей марки 2Б-3Б (юрских) на балансе 1272,2 млн. т (по состоянию на 01.01.2014 г.). Запасы подсчитаны до глубины 300 м. [1,2].

Всего в округе известно 6 месторождений бурых углей – Оторьинское, Тольинское, Няйское, Лопсинское, Усть-Маньинское, Люльинское. Люльинское месторождение локализовано в триасовых отложениях ятринской свиты Тольинского грабена, остальные в юрских прибрежно-морских отложениях яныманьинской и тольинской свит Мансийского горста. Месторождения имеют простое строение, в структурном плане располагаются на разных крыльях одной структуры. Пласты выдержаны по простиранию, залегают горизонтально или слабо наклонены. Мощность главных пластов изменяется от 3,5 до 14 м, составляя в среднем – 10 м. Зольность (А) варьирует от 6,9% до 20,2%, составляя в среднем–14,7%; влажность (W) – 10,7%; содержание серы (S) – 0.41%; выход летучих (V) –44,6%; углерод (С) –68.86%; теплотворная способность (Q) – 6340 ккал/кг, спекающие свойства отсутствуют. На Люльинском месторождении балансом учтено 78 млн. т бурых углей марки 3Б до глубины 300 м (в т.ч. категория В-1,3; С<sub>1</sub>-10,8; С<sub>2</sub>-65,9 млн т). Угли месторождения Люлья пригодны для получения коксобрикетов, которые можно использовать как в качестве металлургического топлива, так и в коммунально-бытовом секторе, а также получать углеродные сорбенты, восстановители для черной металлургии. Также рядом исследователей рекомендовано альтернативное использование Люльинских бурых углей – для переработки в электроэнергию и энергетический газ без их добычи. По заявке администрации Березовского района детально разведан Борисовский участок Люльинского месторождения до глубины 100 м под нетиповой карьер производительностью до 100 тыс. т угля в год для обеспечения потребностей в топливе с. Саранпауль и ближайших населенных пунктов. Разведанные запасы



в пределах участка по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют 8,1 млн. т. Запасы поставлены на баланс [2, 3].

Березовский район практически полностью находится в зоне децентрализованного электроснабжения. Электрическая энергия вырабатывается в основном на дизельных электростанциях. Из 19 котельных Березовского района 6 работают на привозном каменном угле, для остальных источников тепловой энергии в качестве топлива используется природный газ. Завоз каменного угля в Березовском районе в 2015 г. составил 9,1 тыс. т (в отдельные годы доходит до 11 тыс. т) [4]. Использование привозного каменного угля (энергетический уголь Кузнецкого бассейна) приводит к существенному удорожанию тарифа на тепловую энергию (за счет транспортных расходов и перевалок цена угля, в сравнении с закупной, возрастает до 4,8 раз у самого дальнего потребителя – с. Саранпауль), что подтверждается резкой дифференциацией тарифов на тепловую энергию в Березовском районе. Поэтому использование бурого угля для местных энергетических нужд представляло всегда интерес местных и региональных властей. В 1993 г. ЗАО «Российская корпорация» и администрация Березовского района предложили спроектировать, построить и сдать в эксплуатацию энерготехнологический комплекс (далее – ЭТК) в с. Саранпауль. Комплекс должен был обеспечить текущую потребность в тепловой и электрической энергии, а также потребность в энергии прогнозируемых предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых – строительных, кварца и др., а также повысить технологичность использования бурого угля. В предложенной технологии положен процесс слоевой газификации угля на воздушном дутье в режиме «обратной тепловой волны» (технология ЭТК), разработанный специалистами компании ЗАО «Карбоника-Ф» [5]. Промышленное предприятие по данной технологии функционирует в г. Красноярске с 2000 года. Технология экологически безопасна, обеспечивает

производство бездымного коммунально-бытового топлива с одновременной генерацией дешевой тепловой энергии без дополнительных инвестиций в природоохранные мероприятия, которые требуются при традиционных способах переработки и сжигания угля. Для добычи угля должен быть построен угольный разрез мощностью 300 тыс. т угля в год, собственная электростанция, работающая на горючем газе, получаемом с установки газификации углей, второй и третий модули ЭТК и отделение брикетирования полукокса. После завершения строительства будет производиться топливные брикеты из угля (50 тыс. т/год), электроэнергия (до 40 млн. кВт/ч/год) и тепла (до 60 тыс. Гкал/год). Топливные брикеты – размеры: диаметр 4-100 мм, длина 4-400 мм. Средняя удельная теплота сгорания по рабочему топливу более 7000 Ккал/кг, зольность 2%. Механическая прочность: при истирании и сбрасывании не менее 90 и 95% соответственно, при сжатии до 200 кг/кв<sup>2</sup>, водопоглощение менее 2%, степень выгорания 95–97%. Брикет легко поддается растопке и обладают легкой воспламеняемостью. После розжига горят бездымным пламенем по всему фронту засыпки. В процессе горения сохраняют свою форму, не осыпаются и не проваливаются сквозь щели колосниковой решетки. Практически полностью выгорают без шуровки. Комфортны и экологически безопасны при использовании. Потребители брикетов – тепловые электростанции, объекты жилищно-коммунального хозяйства (котельные, печи, камины), подвижной состав железнодорожного транспорта (вагонные печи, титаны), а также, в качестве кокса и восстановителя, – предприятия металлургической и сталелитейной промышленности.

Мощность по энергии может быть увеличена вдвое при переводе газификаторов в режим полной газификации (без производства кокса). Этот вариант может быть применен при дефиците энергии и для покрытия пиковых нагрузок. Срок реализации проекта был определен в два года от начала

строительства. Объем инвестиций (без строительства транспортной и энергетической инфраструктуры) – 1,1 млрд руб. (2014 г.), в т. ч.

– по строительству ЭТК – 720 млн руб.,

– по строительству угольного карьера, проектной мощности 300 тыс. т – 380 млн руб.

– технологическая автодорога и ЛЭП-35 до с. Саранпауль – 400 млн руб.

Итого: 2600 млн руб.

В перспективе, при необходимости, предусмотрено наращивание объема переработки угля Люльинского бурогоугольного месторождения до 3000 тыс. т в год с использованием попутного горючего газа для увеличения генерации электрической и тепловой энергии, а также внедрение технологии глубокой переработки газа с целью производства жидкого моторного топлива.

По прогнозным данным численность населения в случае освоения полезных ископаемых (кроме бурых углей - золото рудное, кварц, стройматериалы) в этом районе должна составить 2,6-2,7 тыс. чел. Около 80% от общего числа населения придется на долю трудовых ресурсов, из них 1,5 тыс. чел. работники производственной сферы, 440 чел. – обслуживающие хозяйства и 170 чел. – непромышленной сферы (по принятым соотношениям) [6]. В северных районах большая часть квалифицированных работников привлекается по межрегиональной и внутрирегиональной вахте, что позволяет экономить на социальной инфраструктуре, обходясь вахтовыми и трассовыми поселками (большинство специалистов постоянно жить в условиях Севера и не захотят, а по опыту зарубежных арктических территорий большинство частных компаний непосредственно не заинтересовано в создании здесь постоянного контингента). Занятые в этой отрасли, как правило, не относятся к постоянному населению территории, после завершения работ происходит их передислокация в другие районы.

Численность населения трудоспособного возраста, не занятого трудовой деятельностью в Березовском районе, – 30 тыс. чел. Численность экономически активного населения (занятые в экономике, учебе, военной службе и безработные) (2015 г.) составила 13,5 тыс. чел., или 50 от общей численности [4]. С 2006 года общее количество зарегистрированных безработных в районе уменьшается в результате снижения численности трудоспособной молодежи, роста числа граждан, ушедших на досрочную пенсию, женщин на пособия по уходу за ребенком (выше, чем пособие по безработице); одновременно постоянно растет доля коренных народов в общем числе безработных в связи их слабой мобильностью и привязанностью к традиционному жизнеобеспечению. Они не готовы к выезду в крупные поселки района, согласны на обучение только в Березовском районе. Безработица для значительной части малочисленных народов Севера приобрела хронический характер. Безработные по группе коренных малочисленных народов в Березовском районе в 2012 -15 г. занимали до 40% от общего числа безработных, что значительно превышает средние показатели по округу. Безработные, состоящие на учете в органах службы занятости населения, в своем большинстве представляют категории населения, испытывающие постоянные трудности в трудоустройстве: 65,9% зарегистрированных безработных не имеют профессионального образования, из них по сельским поселениям (в районе Люльинского месторождения): Саранпауль – 66,7%, Приполярный – 45,4%, Хулимсунт – 80,3%.

В возрастном разрезе наибольшую долю занимают лица в возрасте (30-40 лет), и их удельный вес возрастает (до 70%). Значительное место принадлежит и молодежи – каждый третий безработный. Двое из каждых трех безработных не имеют профессионального образования. Данная категория безработных оказывается неконкурентоспособной на рынке труда, и их трудоустройство практически невозможно без предварительной профессиональной подготовки.

Более трети безработных имеют на руках несовершеннолетних детей либо детей-инвалидов. Возросла доля безработных граждан, имеющих длительный (более года) перерыв в работе.

Основными проблемами сферы труда и занятости Березовского района являются [7]:

- профессионально-квалификационный дисбаланс – несоответствие спроса и предложения рабочей силы (работодатели нуждаются в специалистах с профессиональным образованием, наличием смежных профессий, опытом работы, что часто отсутствует у претендентов);

- территориальный дисбаланс – наличие вакансий в одном поселении, специалистов в другом, при ограниченной транспортной схеме и нежелании граждан переезжать в другую местность;

- ограниченная транспортная инфраструктура, отсутствие регулярного круглогодичного сообщения с административным центром;

- низкая мотивация безработных граждан к получению профессиональных навыков, повышению квалификации, что является причиной невозможности их трудоустройства на предлагаемые работодателями рабочие места;

- отсутствие эффективной системы управления охраной труда (действующая в настоящее время построена на принципах реагирования на страховые случаи, а не на принципах их профилактики), обеспечения методического руководства и организации обучения путем программно-целевого планирования на уровне муниципального образования.

Особенностями рынка труда рассматриваемой территории являются:

- преобладание низкого уровня образования у безработных граждан. Две трети граждан, состоящих на учете в службе занятости, не имеют профессионального образования и неконкурентноспособны на рынке труда без

получения дополнительного образования либо дополнительных навыков и умений;

– отсутствие у претендентов на рабочие места необходимого практического опыта. В первую очередь, данная проблема характерна для граждан молодого возраста, что приводит к высоким показателям безработицы среди молодежи;

– профессиональные качества безработных граждан, не соответствующие требованиям работодателей, с одной стороны, и условия, предлагаемые работодателями, не удовлетворяющие запросы потенциальных работников, с другой, что в совокупности приводит к невысокой заполняемости вакансий, заявляемых в районные службы занятости;

– проблемы с подготовкой по новым, востребованным на рынке труда специальностям, профессиям.

Территориальный дисбаланс будет являться одной из главных причин недостатка местной рабочей силы при освоении месторождений. Березовский район по своей площади (88 тыс. км<sup>2</sup>) больше многих областей РФ, но при отсутствии транспортных наземных путей, грузо- и пассажироперевозки почти нулевые (кроме восточной части района с транзитными перевозками по р. Обь, и перевозками леса на юге района).

Имеющиеся свободные трудовые ресурсы, за небольшим исключением, нельзя рассматривать в качестве рабочей силы. Одни, в силу отсутствия необходимой квалификации, вторые из-за нежелания работать, третьи – уже нашли свою нишу в сложившейся ситуации, надеясь только на себя, существуя за счет личных подсобных хозяйств, тайги и водных объектов. Поэтому почти 95% необходимой рабочей силы придется привлекать из других регионов. В связи с этим возникнут дополнительные затраты на перевозки, повышенную оплату персоналу высокой квалификации, за сверхурочные работы,

заулучшенное снабжение, на надбавки за неблагоприятные природно-климатические условия и др. стимулирующие мероприятия.

Нужно отметить, что государством не учитывается в полной мере интересы и потребности работающих и проживающих в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях.

Остро стоят вопросы переселения с Севера неработающего населения, не определены четкие стимулы привлечения и закрепления молодежи на Севере. Существуют нерешенные проблемы в пенсионном обеспечении северян, в доступности качественных социальных услуг, организации отдыха и лечения, медицинской помощи, транспортного сообщения, жилищно-коммунальном хозяйстве. Гарантии и компенсации, предусмотренные статьей 326 ТК РФ, предоставляются только работникам организации, финансируемой из федерального бюджета. Если работник принимается в частную организацию, вопросы предоставления льгот, решаются в договорном порядке (в трудовом или коллективном договоре). Такие проблемы не способствуют привлечению квалифицированной рабочей силы. Необходимо разработать систему целей и мер государственной политики для урегулирование миграционного и естественного движения населения.

*Статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-06-00463 «Оценка экономического ущерба от неблагоприятных экологических последствий функционирования горнопромышленных объектов и разработка механизмов его компенсации».*

#### Список источников

1. Устинов А. А. и др. Отчет по теме: «Проведение работ по научно-аналитическому, информационному обеспечению в области недропользования в части твердых полезных ископаемых на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры» за 2006-2009 г. – Ханты-Мансийск, 2009.

2. В.П. Шатров. Угольные бассейны севера восточного склона Урала: состояние изученности и перспективы освоения (к проблеме транспортного коридора “Урал промышленный – Урал полярный”). -Екатеринбург. Труды ИГГ УрО РАН, вып. 156. 2009. С. 243–249

3. Кузнецов С. К., Бурцев И. Н. Перспективные направления развития сырьевой базы твердых полезных ископаемых Тимано-Североуральского региона. Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. Вып. № 12. том 192. 2010. С. 3-7.

4. Предварительные итоги социально-экономического развития Березовского района за январь – сентябрь 2016 года. Оф. сайт e-mail.[adm@berezovo.ru](mailto:adm@berezovo.ru).
5. Оф. сайт ООО «Карбоника-Ф» [carbonica.ru](http://carbonica.ru)
6. Логинов В. Г., Балашенко В.В. Природно-ресурсный и рекреационный потенциал Уральского Севера: оценка и перспективы освоения. – Екатеринбург: ИЭУрОРАН, 2013. – 232 с.
7. Муниципальная программа «Содействие занятости населения в Березовском районе на 2014 – 2020 гг.», утв. постановлением администрации Березовского района от 13.12.2013 № 1817



## БОРЬБА С ЯДОВИТЫМИ ГАЗАМИ С ПОМОЩЬЮ РЕАГЕНТОВ

### USING REAGENTS IN THE FIGHT AGAINST TOXIC GASES

*Вахонина В.В., Тетерев Н.А.*

*Vakhonina V.V., Teterev N.A.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* Ядовитые газы, реагенты, взрывчатые вещества

*Аннотация:* Присутствие ядовитых газов в горных выработках в значительной мере осложняет технологию ведения очистных и подготовительных работ, вызывает длительные простои забоев, делает невозможным проведение взрывных работ. Практика показала, что известные способы очистки воздуха от ядовитых газов имеют существенные недостатки, ограничивающие область их применения. Рекомендовано введение в ВВ ингибиторных частиц.

*Abstract:* the Presence of poisonous gases in mines greatly complicates the technology of conducting cleaning and preparatory work, causes a long downtime of the faces, makes it impossible for blasting. Practice has shown that the existing methods of air purification, have significant drawbacks that limit their application.

Неотъемлемой частью технологии добычи руд цветных металлов являются взрывные работы. Удельный расход ВВ на колчеданных рудниках Урала составляет I, 0-I,5 кг на тонну отбитой рудной массы. При проведении выработок по крепким рудам этот показатель увеличивается до 4 кг/т.

В рудничном воздухе могут оказаться такие газы, как  $\text{CO}_2$  (углекислый газ),

$(\text{CH}_4)$  метан,  $\text{CO}$  (окись углерода),  $\text{SO}_2$  (сернистый газ),  $\text{H}_2\text{S}$  (сероводород),  $\text{NO}_x$  (оксиды азота),  $\text{H}$  (водород), тяжелые углеводороды,  $\text{Rn}$  (радон),  $\text{NH}_3$  (аммиак) и другие вредные газы, а также пары воды и пыль. Одни ядовитые газы образуются при взрывных работах или в результате работы в подземных условиях дизельных ДВС, другие выделяются из горных пород или полезных ископаемых и шахтных вод.

Весьма существенным недостатком современных промышленных ВВ является то, что при химической реакции взрыва выделяется большое количество токсичных газов – до 100 л и более на 1 кг ВВ (в пересчете на условную окись углерода). Особенно большое количество ядовитых газов выделяется при ведении взрывных работ по колчеданным рудам. Наряду с окислами азота и окисью углерода, в этом случае выделяется значительное количество сернистого газа и сероводорода. Так, из-за наличия сопутствующих взрывным работ вспышек сульфидной пыли количество выделившегося  $\text{SO}_2$  может достигать 500 л и  $\text{H}_2\text{S}$  до 150 л на 1 кг взорванного ВВ.

Присутствие ядовитых газов в горных выработках в значительной мере осложняет технологию ведения очистных и подготовительных работ, вызывает длительные простои забоев, делает невозможным проведение взрывных работ в течение рабочей смены.

В связи с интенсификацией горных работ и, в частности, темпов проходки выработок, в настоящее время с большой остротой встал вопрос о снижении газо-выделений при взрывных работах.

В нашей стране и за рубежом [1] был разработан ряд способов газо-выделений, основанных на применении:

- Химически активных забоек (твердых, жидких, пастообразных).
- Водяных завес с добавлением различного рода нейтрализующих веществ.
- Агрегатов очистки воздуха, принцип действия которых основан на комбинированном действии механических фильтров и химических нейтрализаторов.

Практика показала, что известные способы очистки воздуха имеют существенные недостатки, ограничивающие область их применения. К

таким недостаткам следует отнести малую эффективность газоподавления, не превышающую 50-60%, громоздкость и большой вес очистных установок.

В конце 90-х годов прошлого века на рудниках стали вводить ингибиторные частицы в состав ВВ, что предотвратило взрывы сульфидной пыли. В состав ВВ вводят карбонат кальция в количестве 10-15 %, что снижает выброс сернистого газа на 50 % по отношению к чистому ВВ без профилированной забойки и на порядок с применением забойки. Данный способ показывает, что температура продуктов взрыва и температура на фронте ударной воздушной волны не могут быть использованы в качестве критерия однозначной оценки предохранительных свойств ВВ, применяемых на колчеданных рудниках. Решающую роль в процессе снижения воспламенения и взрыва сульфидной пыли играет катализирующее действие продуктов взрыва за счет содержания введенных в них ингибиторов [2].

#### Список источников

1. Зинатуллин У.З., Звездкин М.Г., Ладыничев Л.В., Федорова В.А., Филиппов В.И. Борьба с ядовитыми газами с помощью химических активных пен // Заключительный отчет УДК 622.4, с. 41
2. Тетерев Н. А., Мицевич В. В., Мухачева Л. В., Болкисева Ю. В. Анализ способов борьбы со взрывами сульфидной пыли // Международная практическая конференция «Уральская горная школа регионам», с. 610

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ  
РЕСПУБЛИКИ ЧАД**

**IMPROVEMENT OF WAYS OF IMPROVING SAFETY IN THE MAIN OIL  
PIPELINES OF THE REPUBLIC OF CHAD**

*Воробьев А.Е.<sup>1</sup>, Махамат Тахир Мусса Махамат<sup>2</sup>*

*Vorobiev A.E.<sup>1</sup>, Mahamat Tahir Moussa Mahamat<sup>2</sup>*

*ИПК ТЭК Минэнерго<sup>1</sup>,*

*Национальный университет республики Чад<sup>2</sup>*

*Ключевые слова:* нефтепроводы, аварии, типизация, взаимосвязь аварий и разрушения нефтепроводов.

*Аннотация:* Представлены результаты исследований по совершенствованию способов повышения безопасности на магистральных нефтепроводах республики Чад. Рассмотрены нефтяные запасы республики Чад, их географическое размещение и объемы; Охарактеризованы возможные на магистральных нефтепроводах чрезвычайные ситуации и дана их типизация, в зависимости от источника возникновения, масштаба, характера воздействия и тяжести последствий.

*Abstract:* Results of researches on improvement of ways of increase of safety on the main oil pipelines of the Republic of Chad are presented. Oil stocks of the republic Chad their geographical placement and volumes are originally considered. Characterized emergency situations, possible on the main oil pipelines, were identified and their typification, depending on a source of emergence, scale, nature of influence and weight of consequences is given.

В настоящее время прогнозные ресурсы нефти в республике Чад оцениваются в 1 млрд.т, а доказанные запасы – 274 млн.т. Перспективы нефтегазоносности Чада связаны, в первую очередь с нефтегазоносными бассейнами Чадский и Доба (Шари), а также с нефтегазоносным бассейном Куфра. Здесь в районе Добы уже давно были разведаны богатые нефтяные месторождения: проектная добыча на них нефти составляет 400 тыс. барр. в сутки, а запланированная эксплуатация в течение 30 лет.

Для прокачки чадской нефти к экспортному терминалу близ г. Криби в Камеруне уже закончена прокладка 30-дюймового нефтепровода длиной 1078

км (рис. 1). Пропускная способность этого нефтепровода составляет 11 млн. т нефти в год. Приблизительно 170 км из общей протяженности транспортной системы (труба диаметром 760 мм, на глубине не менее 1 метра), расположено в Чаде.

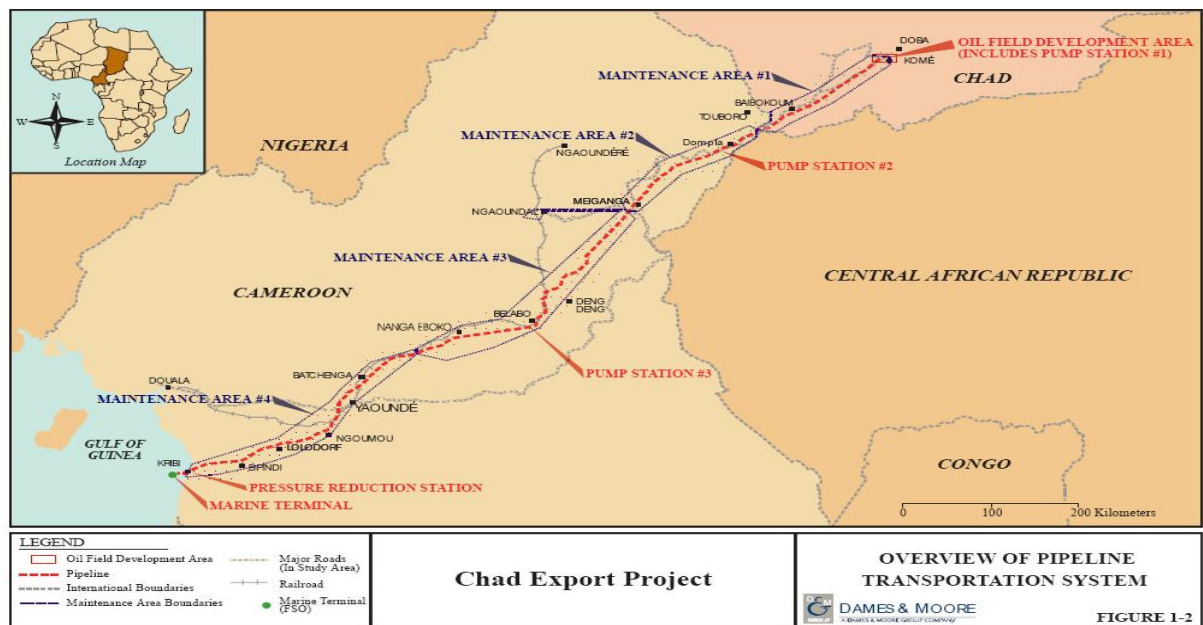


Рис. 1. Проект нефтепровода “Чад – Камерун”

На основе анализа теоретических данных и практики эксплуатации нефтепроводного транспорта авторами были идентифицированы возможные на магистральных нефтепроводах чрезвычайные ситуации и дана их типизация, в зависимости от источника возникновения, масштаба, характера воздействия и тяжести последствий (табл. 1).

Для формализации последующих исследований и решения поставленных задач в работе использовалась общая классификация возникновения чрезвычайных ситуаций, адаптированная к проблемам нефтепроводного транспорта, в соответствии с которой действующие нефтепроводы подвержены воздействиям многообразных факторов различной природы (рис. 2), приводящим к различным их нарушениям и авариям.

Таблица 1

## Типизация ЧС на современных нефтепроводах

Место проявления ЧС	Почвы	Атмосфера	Гидросфера	Техногенная среда (промышленная агломерация)
Уровень ЧС	Местный < 100000 \$, 500 т нефти	Региональный, 1 млн \$, 1000 т нефти	Государственный, 10 млн \$, 10000 т нефти	Транснациональный, > 100 млн \$, 10000 т нефти
Вид нарушения, обуславливающей ЧС	Образование отверстия	Разрыв тела трубы	Обрыв трубы	
Степень опасности	Низкая	Средняя	Высокая	
Характер ЧС	Выброс с нефтепровода	Пожар на нефтепроводе	Взрыв нефтепровода	
Перечень поражающих факторов	Химическое загрязнение	Тепловое поражение	Ударная волна	
Система критериев технологической безопасности	По интенсивности потока энергии $c_1 < \text{пдк}_1$ или $\frac{p}{1} c_1 / \text{пдк}_1 < 1$ , где $C_1$ – концентрация 1-ого вещества в жизненном пространстве; ПДК - Предельно допустимая концентрация 1-го вещества в жизненном пространстве; $p$ – количество веществ	По абсолютному значению энергии $I_1 < \text{пду}_1$ или $I_1 < \text{пду}_1$ где $I_1$ – интенсивность 1-го потока энергии; ПДУ - Предельно допустимая уровень интенсивности 1-го потока энергии; $p$ – количества потоков энергии	По концентрации и (удельной и абсолютной) химических элементов	По токсичности химических элементов и веществ
Методы мониторинга состояния нефтепроводов	Путем мониторинга состояния			
	тела нефтепровода	атмосферы	гидросферы	почвенного покрова
Мероприятия инженерной защиты	Применение запорной арматуры	Использование стабилизаторов	Регулирование давления	
Мероприятия по ликвидации последствий ЧС	Сбор нефти	Рекультивация почв, земной поверхности и подземных вод	Биологическая рекультивация (высадка растений, кустарников и деревьев)	

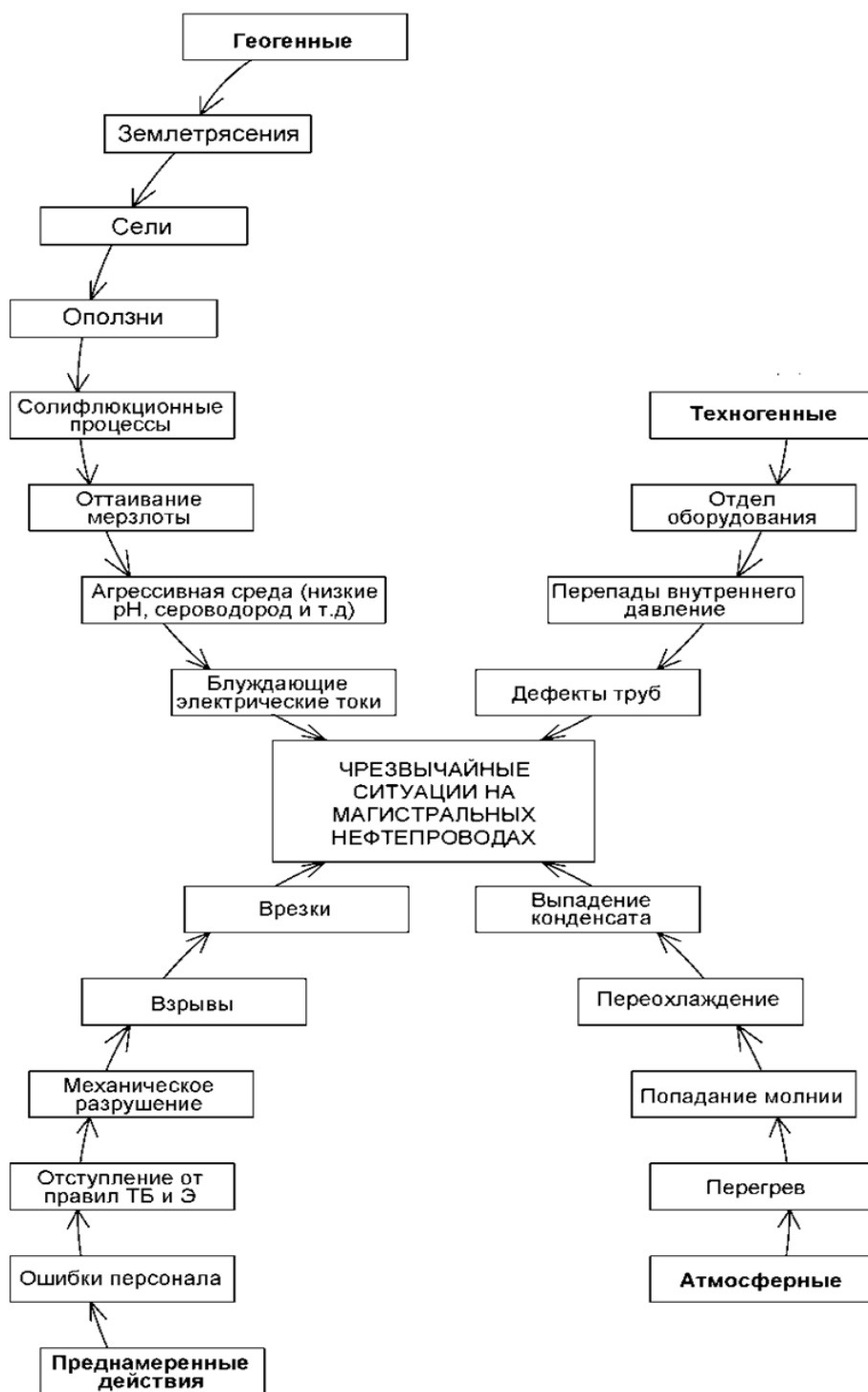


Рис. 2. Схема возможных причин возникновения ЧС на нефтепроводах

Многочисленными статистическими данными было установлено, что аварийность нефтепроводов напрямую зависит как от их линейной протяженности, диаметров и продолжительности эксплуатации, так и от технических ошибок персонала (вследствие образуемых перепадов давления),

от свойств нефти (химического состава перекачиваемых флюидов), качества изготовления и сборки (монтажа) нефтепровода, а также физико–механических и химических свойств металла труб.

В ходе дальнейших исследований стало необходимым свести частоту отказов нефтепроводов непосредственно к характеру отказа или конкретному виду их повреждения, которые также получили дифференциацию по характеру разрушение тела нефтепровода (табл. 2).

Таблица 2

Частота аварий на нефтепроводах

Характер повреждения нефтепровода	Фото повреждения тела нефтепровода	Частота аварий, событий×км <sup>-1</sup> ×год <sup>-1</sup>
Водородная коррозия тела труб		$2,6 \times 10^{-3}$
Одиночный коррозионный сквозной дефект		$2,4 \times 10^{-3}$
Трещина в поперечном шве		$3,4 \times 10^{-4}$
Трещина в около шовной зоне продольного шва		$1,8 \times 10^{-4}$
Усталостная трещина (разрыв) в стенке нефтепровода		$3,0 \times 10^{-5}$



"Гильотинный" разрыв:  
(разрыв трубы на полное  
сечение)



$7,12 \times 10^{-5}$

Кроме этого частой причиной взрывов и аварий на трансафриканских нефтепроводах становятся самовольные врезки, которые зачастую осуществляет местное население Африки. Так, анализ ситуации показал, что аварийные разливы нефти, образовавшиеся в результате несанкционированных врезок в магистральные нефтепроводы, за последнее время в отдельных регионах Чада характеризовались максимальным количеством аварий и наибольшей площадью загрязнения почвы.

#### Список источников

1. Воробьев А.Е., Махамат Тахир Мусса Махамат. Разработка технико-технологических мероприятий для предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах республики Чад. М., Издательство Икар. 2012. 328 с.
2. Воробьев А.Е., Плющиков В.Г., Махамат Тахир Мусса. Научные основы предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах республики Чад. М., РУДН. 2013. 185 с.
3. Воробьев А.Е., Лысенкова З.В., Мусса Махамат М.Т. Организация работы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в странах Африки // **Безопасность труда в промышленности** №2. 2017. С. 68-72.

**ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНОЙ ДАМБЫ ЗЫРЯНОВСКОГО НЕФТЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ В ВЕРХНЕЙ  
ЧАСТИ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**INFLUENCE PROTECTIVE DAMS ZYRYANOVSKY OIL FIELDS ON THE  
ENVIRONMENTAL SITUATION IN THE TOP KAMA RESERVOIR**

*Двинских С.А., Китаев А.Б., Зиновьев Е.А.  
Dvinskih S.A., Kitaev A.B., Zinov'ev E.A.*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

*Ключевые слова:* водохранилище, защитная дамба, промышленная площадка, гидрологический режим, ихтиофауна

*Аннотация:* Показано влияние создаваемой защитной дамбы, идущей от левого берега р. Камы в акваторию Камского водохранилища в районе Зырянского нефтяного месторождения и промышленной площадки на гидродинамический режим водоема и его ихтиофауну. Установлено, что скоростной режим водохранилища и обмен вод в нем не претерпят существенных изменений. Состояние ихтиофауны останется удовлетворительным, хотя произойдут некоторые изменения касающиеся, прежде всего, молоди рыб.

*Abstract:* The effect produced by a protective dam that runs from the left bank of the Kama river. Kama reservoir in the waters near Zyryanovsky oilfield and industrial area on the reservoir hydrodynamic regime and its fish fauna. It was found that the high-speed mode of the reservoir and the exchange of water in it would be not undergo significant changes. State fish fauna remains satisfactory, although there will be some changes relating primarily juvenile fish.

В 2012 г. на территории, частично занимаемой Камским водохранилищем было открыто месторождение нефти им. В. Сухарева. Это крупнейшая «находка» пермских геологов за последнее десятилетие. Западная часть нефтеносных залежей располагается под дном Камского водохранилища, а восточная часть – в охранной зоне Верхнекамского месторождения калийномагниевого солей (ВКМКС). Это накладывало определенные ограничения на проведение буровых работ: устье скважины должно находиться за пределами запасов калийных солей промышленных категорий. Из нескольких предложенных проектов остановились на строительстве в акватории Камского водохранилища временной, искусственно созданной

производственной площадки. Для этого в акватории водохранилища была возведена производственная площадка со всем комплексом берегоукрепительных работ, которая и использовалась для бурения разведочной скважины. С берегом Камы ее соединяет дамба. Она рассчитана на движение по ней грузового транспорта. В 2013 г. производственную площадку дополнили мостом в теле дамбы, через створ которого беспрепятственно может проходить рыба, идущая на нерест.

В 2009-2010 гг. в исследуемом районе были проведены комплексные исследования экосистемы верхней части Камского водохранилища с целью установления роли создаваемой защитной дамбы и промышленной площадки Зырянского нефтяного месторождения на состояние гидродинамики водоема и его ихтиофауны.

**Гидродинамика водоема.** Особенности гидрологического режима участка определяются положением проектируемых сооружений на мелководье, обсыхающем при уровне воды 107,00 м БС (зимняя и навигационная сработки), с преобладающими глубинами при НПГ от 1,0 до 1,5 м. Водой участок покрыт в период с первой декады мая по вторую декаду сентября (4,5 месяца). Уровень воды обеспеченностью 1 % составляет 110,51 м БС при глубинах от 3,0 до 3,5 м. Отличительной особенностью участка является то, что его режим переходный от речного к водохранилищному. При максимальных расходах воды обеспеченностью 1% (11500 м<sup>3</sup>/с) участок работает в речном режиме (формируются проточные течения по всей ширине), при расходах обеспеченностью 90% (4500 м<sup>3</sup>/с) - как водохранилище (мелководья не работают, но остаются покрытыми водой). При расходах менее 1000 м<sup>3</sup>/с (меженные периоды) затопленная пойма обсыхает и участок вновь работает как река. Каких-либо ощутимых изменений расходов воды после обустройства производственной площадки не произошло.

Преобладающим здесь является проточное течение. Скорости изменяются от 0,57 до 1,92 м/с в период весеннего половодья и от 0,07 до 0,45 м/с в период летней межени. На участке размещения производственной площадки проточных течений практически не наблюдается, скорости исчезающе малы: менее 0,04 м/с. Формируются ветровые течения, в ряде случаев обратные течению в русле [1].

В настоящее время Камским филиалом ФГУП РосНИИВХ разработана с использованием программного продукта SMSv10.1 имитационная гидродинамическая модель «Река Кама (Камское водохранилище) в пределах Березниковского промузла». В соответствии с ней направление расчетных линий тока юго-юго-западное. Основная часть расчетных струй проходит по затопленному руслу (95% стока); ширина струй здесь от 6 до 30 м. На мелководье, за островами, где и проектируется площадка, происходит резкое изменение направления течения на юго-восточное. В связи с огибанием островов и выхода пойменных струй на мелководье происходит гашение энергии потока и отложение переносимого взвешенного материала. В связи с этим происходит рост островов и заиление мелководья. После обустройства производственной площадки поле скоростей на участке изменилось. Линии тока идут под углом 30° к оси подъездной насыпи, огибая площадку (при безветренной погоде). Повышение уровня воды от НПГ до ФПГ не вызывает изменения планового положения струй. Увеличение расхода воды и уклона водной поверхности приводит к изменению численных значений частичных расходов воды в границах расчетных струй.

Для характеристики водообмена использован коэффициент проточности

$$(K): K = \frac{V_e}{V_p},$$

где  $V_p$  – средняя скорость реки;  $V_e$  – средняя скорость этого же участка в условиях водохранилища. Для оценки изменения проточности на изучаемом

участке после сооружении производственной площадки рассчитана величина  $K'$ :

$$K' = \frac{V_i'}{V_p} - \frac{V_i}{V_p}, \quad (1)$$

где  $V_i$  и  $V_i'$  – скорости течения до и после создания и обустройства сооружения.

Согласно расчетам в месте сооружения производственной площадки величина  $\Delta V$ , а следовательно и обмена вод снизятся на незначительную величину.

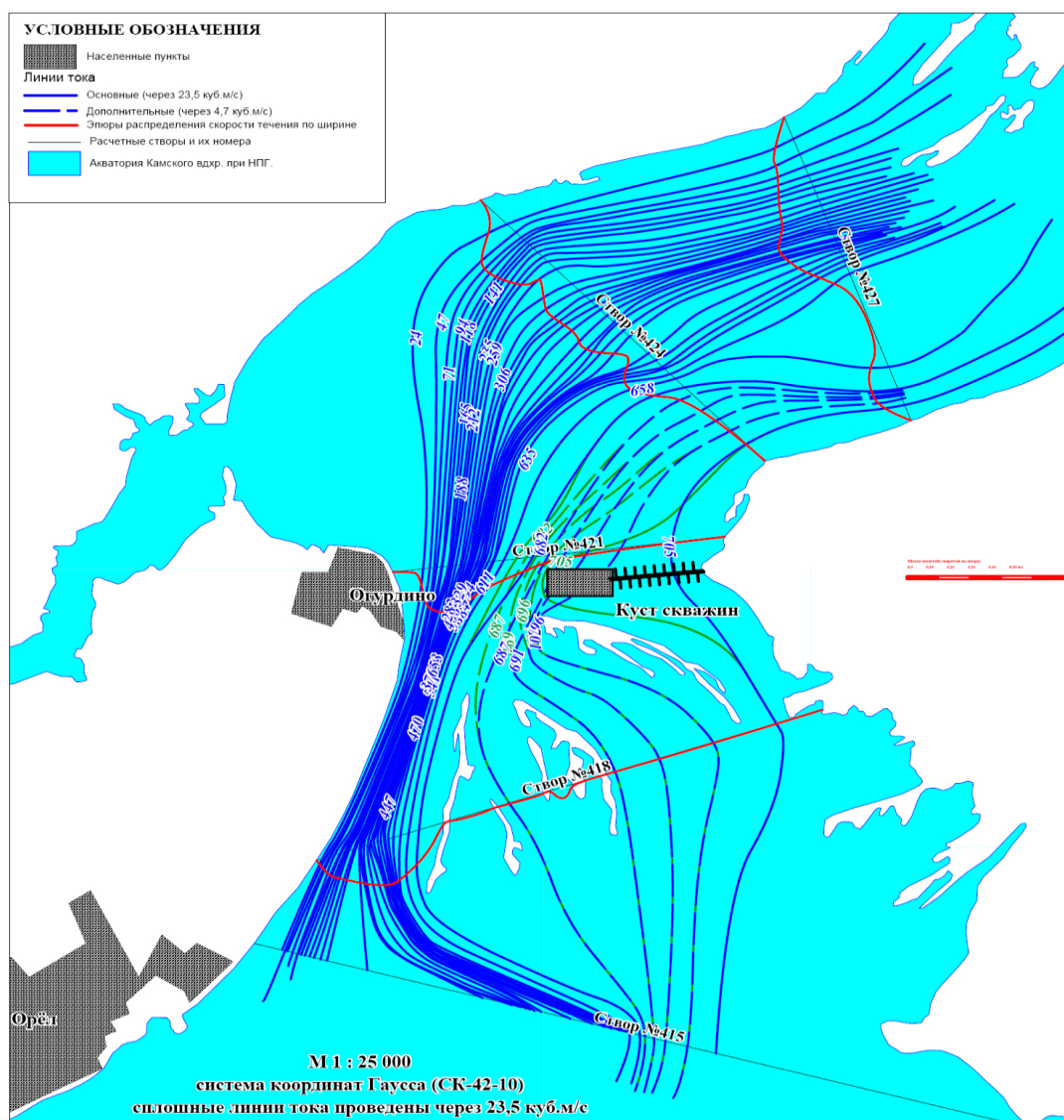


Рисунок 1 – План течений воды в районе п. Огурдино при НПГ до ( — ) и после ( - - - - - ) обустройства производственной площадки

Таким образом, создание производственной площадки и автодороги с мостовым переходом в исследуемом створе Камского водохранилища привело к изменению характера обмена вод - произошло смещение интенсивности водообмена в сторону старого русла и его замедление на затопленных элементах долины. Отверстия мостового перехода способствуют обмену вод, но ведут к образованию застойных зон. Расходы проточного течения остаются прежними, но возможно некоторое смещение их в сторону старого русла реки.

**Состояние ихтиофауны.** В зоне работ в верхней части Камского водохранилища обитает до 32 видов рыб, но большинство из них малочисленны или редки. Фактически район является крупным «откормочником» молоди массовых видов рыб. Если ранее, в 70 – 90<sup>е</sup> годы XX века здесь отмечалось всего 5 – 8 видов молоди рыб (уклея, язь, жерех, елец, щука, судак, окунь) с преобладанием окуня, то в новом столетии (2002 – 2006 гг.) констатировано до 10 – 11 видов молоди (табл. 1) в зоне водорослей и прибрежий в летне-осенние периоды.

Таблица

Видовой состав молоди рыб в левобережье верхней части Камского водохранилища (Березники – Орел) в разные годы

Виды	1972 – 1992 гг.		2002 – 2005 гг.	
	Число экз.	%	Число экз.	%
Окунь	185	32,2	210	32,7
Уклея	163	28,3	135	21,0
Плотва	110	19,1	96	14,9
Язь	65	11,3	45	7,0
Лещ	-	-	24	3,7
Щука	18	3,1	20	3,1
Судак	16	2,8	32	5,0
Густера	-	-	38	5,9
Синец	-	-	22	3,4
Чехонь	-	-	16	2,5
Елец	16	2,8	5	0,8
Жерех	2	0,4	-	-
Всего	575	100	643	100

*Примечание:* суммированы сеголетки (0+) и двухлетки рыб (1+).

Следует заметить, что мелководная зона Камского водохранилища, особенно в зарослевой части богата молодью рыб при плотности населения до 5 – 10 экз. мальков на 1 м<sup>2</sup>. Изменения видового состава в последние 15 – 20 лет связаны с улучшением санитарного состояния водоема и характеризуются появлением синца, густеры, чехони. Лещ ранее не был отмечен из-за лова в мелководьи на глубине до 0,7 м, а он обычно концентрируется на больших глубинах, почему он и попал в обловы мальковой волокушей на глубине 1,2 – 1,4 м. Вместе с тем жерех в настоящее время не был зафиксирован. Остальные виды (наиболее массовые) – окунь, плотва, уклея в последние 30 – 40 лет фактически мало изменились в составе молоди.

Естественно, что в результате обустройства поисково-разведочных скважин возможны новые изменения в структуре рыбного населения молоди данного района.

В зоне взмучивания вод приблизительно до 200 м от кромки намыва производственной площадки бентос и планктон качественно и количественно уменьшатся примерно на 45-50%. Бентос будет составлять приблизительно 2 г/м<sup>2</sup>, планктон – 1,5 мг/л, при этом будет преобладать пелофильный биоценоз. Изменения коснутся количественного и качественного состава молоди рыб. Можно утверждать, что здесь молодь и взрослые особи рыб исчезнут полностью. В заливе же останутся лещ, окунь, ерш, щука, частично плотва и уклея.

Следует сказать, что ни среди рыб, ни среди прочих гидробионтов нет облигатных мигрантов. Обычно перемещения всех гидробионтов узко локальные и небольшие по протяженности. Введение в действие проектируемых инженерных сооружений (производственная площадка и автодорога с мостовым переходом) в небольшой степени изменит пути перемещения для планктонных организмов, еще меньше для бентических сообществ, и несколько более – для нерестующих косяков рыб и их молоди.

Устройство мостового перехода, желательное в середине автодороги и шириной не менее 25-50 м, позволит рыбе найти новые пути миграций, нереста, а также обеспечит перемещение планктонных организмов. Следовательно, на наш взгляд, значительных изменений в численности рыб на оставшихся акваториях залива (свободных от строительства), количестве и качестве нерестилищ, участков для откорма молоди не произойдет. То же следует сказать и в отношении кормовых беспозвоночных как по качественному составу, так и по количеству]. Контакт с водохранилищными акваториями сохранится и заметного снижения биомассы планктона и бентоса не произойдет. Относительно зоны размыва и вторичного населения водорослевого зарастания можно будет сказать в результате проведения дальнейших наблюдений. По всем показателям не предвидится усиления гибели гидробионтов и молоди рыб на оставшихся акваториях залива.

Выводы:

1) Создание производственной площадки и автодороги с мостовым переходом в исследуемом створе Камского водохранилища (на территории затопленных элементов долины реки) приведет к изменению характера обмена вод в этом районе по сравнению с современным состоянием. Расходы проточного течения при этом останутся прежними. Возможно лишь их некоторое смещение в сторону старого русла реки. Такая картина будет относиться к фазе весеннего наполнения водохранилища и к периоду летне-осенней стабилизации уровня воды в водоеме. Ввиду того, что в фазу зимней сработки водохранилища в исследуемом районе уровни воды существенно снизятся и произойдет обнажение затопленных элементов долины реки, то говорить об обмене вод в этот период нет смысла.

2) Обмен вод в целом по всему исследуемому створу водохранилища не изменится – произойдет некоторое смещение интенсивности водообмена в сторону старого русла реки и его замедление на затопленных элементах долины



в районе производственной площадки. Отверстия в мостовом переходе, дадут возможность осуществлению обмена вод, но приведут все же к образованию застойных зон.

3) Характер обмена вод в исследуемом районе находится в полном соответствии с изменением линий токов жидкости на плане течений, построенном при наличии производственной площадки.

4) В результате обустройства поисково-разведочных скважин возможны изменения в структуре рыбного населения молодежи данного района. В зоне взмучивания вод приблизительно до 200 м от кромки намыва производственной площадки бентос и планктон качественно и количественно уменьшатся примерно на 45-50%. Бентос будет составлять приблизительно  $2 \text{ г/м}^2$ , планктон – 1,5 мг/л, при этом будет преобладать пелофильный биоценоз. Изменения коснутся количественного и качественного состава молодежи рыб. Можно утверждать, что на территории производственной площадки и автодороги молодь и взрослые особи рыб исчезнут полностью. В заливе же останутся лещ, окунь, ерш, щука, частично плотва и уклея и др.

#### Список источников

1. Китаев А.Б., Клименко Д.Е., Ларченко О.В. Скоростной режим района переменного подпора Камского водохранилища и его возможные изменения в связи с созданием хозяйственного объекта // Географический вестник. Пермь, 2010. № 4(15). С.52-62.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В КОНТЕКСТЕ  
РАЗВИТИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ**

**ENVIRONMENTAL ENTREPRENEURSHIP IN THE CONTEXT OF THE DEVELOPMENT OF MINING REGIONS**

*Дорошенко С.В., Кузнецов А.Н.  
Doroshenko S.V., Kuznetsov A.N.*

*ФГБУН Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук*

*Ключевые слова:* предпринимательство, экологическое предпринимательство, горнопромышленный регион, государственная политика, развитие региона.

*Аннотация:* Статья посвящена влиянию экологического предпринимательства на развитие горнопромышленного региона. Приведен перечень горнопромышленных регионов. Отмечены основные характеристики горнопромышленных регионов. Рассмотрены основные нормативные акты в области развития предпринимательства и охраны окружающей среды. Приведены примеры реализации государственной политики в сфере экологического предпринимательства.

Показана роль экологического предпринимательства в развитии горнопромышленных регионов.

*Abstract:* The article is devoted to the impact of environmental entrepreneurship on the development of the mining region. The list of mining regions is given. The main characteristics of the mining regions. The main normative acts in the field of development of entrepreneurship and environmental protection. Examples of the implementation of state policy in the sphere of environmental entrepreneurship. The role of environmental entrepreneurship in the development of mining regions.

В решении проблемы социально-экономического развития региона особое место занимает предпринимательство. Именно предпринимательство, как институциональный механизм, способен оказать существенное влияние на развитие территорий и качество жизни населения, стать основой формирования среднего класса и сыграть важную роль в увеличении конкурентоспособности региона. Предпринимательство имеет особое значение в интенсификации экономического развития горнопромышленных регионов, являющихся одними из важнейших территорий, формирующих экономику страны.

Академик РАН Д.В.Рундквист и его коллеги выделяют следующие горнопромышленные регионы в европейской части России: северо-запад

Европейской части РФ (Мурманская область, Республика Карелия и запад Архангельской области); северо-восток Европейской части РФ вместе с Северным и Полярным Уралом (восточные районы Архангельской области, Республика Коми, север Пермского края и Свердловской области); запад РФ (Калининградская, Ленинградская, Псковская, Новгородская, Смоленская, Брянская области); центр Европейской части РФ (центральные области Европейской России); Поволжье; Средний и Южный Урал (большая часть республики Башкортостан, южная часть Пермского края и Свердловской области, Челябинская и Оренбургская области); Северный Кавказ и Закавказье (территория Краснодарского и Ставропольского краев, северокавказских республик РФ) [10]. К горнопромышленным регионам на западе азиатской части России ученые относят: северо-западную часть Красноярского края, восток Тюменской и Томской областей; районы Западной Сибири; Новосибирскую область и Алтайский край; Кемеровскую область, юго-запад Красноярского края, республики Алтай, Тыва и Хакасия; юго-восток Красноярского края, Иркутскую область, восточную часть республики Тыва, западную часть республики Бурятия и Забайкальского края [11]. На востоке азиатской части России исследователи выделяют следующие горнопромышленные регионы: север Иркутской области, западная часть республики Саха, Республики Бурятия и Забайкальского края; центральная часть Республики Саха, север Амурской области и Хабаровского края; северо-восток Республики Саха, Магаданская область, Камчатский край и запад Чукотского АО; восток Чукотского АО и север Камчатского края; восток Республики Бурятия, Забайкальского края; Амурская и Сахалинская области, юг Хабаровского и Приморский край, Еврейская ОА [12].

Таким образом, горнопромышленные регионы занимают большую часть территории России. Один только Уральский горнопромышленный регион, включающий «республики Башкортостан, Коми, Удмуртская, Пермский край,

Курганская, Оренбургская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ, имеет площадь 275557,7 тыс.га, что составляет 16,1% территории России [14, с.143]. Как отмечают ученые «перечисленные регионы включают... большинство основных горнодобывающих и перерабатывающих сырье крупных предприятий и стратегически значимых энергетических объектов, в том числе, все АЭС и наиболее крупные ГЭС и ТЭС РФ» [10].

Одной из важных особенностей горнопромышленных регионов является неблагоприятная экологическая обстановка. Так, специалистами Общероссийской Общественной организации «Зеленый патруль» подготовлен «Экологический рейтинг субъектов РФ» по итогам замы 2016-2017 годов. Согласно отчета, «в десятку худших регионов рейтинга попали: Челябинская, Свердловская, Ленинградская, Московская, Тверская, Оренбургская, Курганская, Иркутская области, Еврейская АО и Республика Бурятия [17]. Почти все указанные территории относятся к горнопромышленным регионам.

Основным источником ухудшения экологии ученые считают предприятия горнопромышленных комплексов. «Предприятия, формирующие горнопромышленные комплексы, как правило, являются и основными виновниками загрязнения окружающей природной среды региона. В ряде регионов сложилась критическая ситуация, при которой возникают значительные изменения ландшафтов, происходит истощение и утрата природных ресурсов, значительно ухудшаются условия проживания населения» [21, с.206]. Ряд исследователей указывают на то, что «именно предприятия горнопромышленных комплексов, перерабатывая минерально-сырьевые ресурсы и формируя 30% ВВП, наносят наиболее существенный ущерб окружающей среде» [20]. Экологическое влияние предприятий горнопромышленного комплекса на развитие горнопромышленного региона обусловлено тем, что «сама идея создания горнопромышленных комплексов

связана с пространственно-временной локализацией процессов преобразования минерально-сырьевых ресурсов, а, соответственно, и с пространственно-временной локализацией процессов образования отходов, выбросов и сбросов, сопровождающих это преобразование ресурсов» [21, с.206].

Это подтверждают и международные эксперты. Так, в отчете Всемирного банка «Пути достижения всеобъемлющего экономического роста. Российская Федерация. Комплексное диагностическое обследование экономики», опубликованного в 2016 году, отмечается, что «из-за отсутствия широкомасштабной технологической модернизации промышленный сектор по-прежнему использует большое количество ресурсов и вырабатывает огромные объемы отходов и загрязняющих веществ» [18, с.194]. Также в документе указывается на то, что «в отсутствие правильной утилизации увеличивающиеся объемы твердых отходов создают дополнительную угрозу для здоровья. До 30% мусорных полигонов в России не отвечают санитарным нормам... Перерабатывается всего 5% твердых бытовых отходов по сравнению с 60% в странах ЕС» [18, с.17]. Согласно оценкам специалистов Всемирного банка, «ущерб от ухудшения экологической ситуации, обусловленный негативным воздействием на здоровье вследствие загрязнения окружающей среды и нерационального использования природных ресурсов, составляет от 1% до 6% ВВП» [18, с.194].

В то же время, как отмечают ученые-экономисты, «интенсивное развитие минерально-сырьевого комплекса является для национальной экономики одним из важнейших факторов ускоренного экономического развития» [22, с.145]. Таким образом, возникает противоречие между интенсивным экономическим ростом и экологической обстановкой в регионе.

Участвовать в решении этого противоречия и стать основным драйвером в изменении экологической ситуации в горнопромышленном регионе может стать предпринимательство в сфере охраны и защиты окружающей среды –

экологическое предпринимательство. При определении экологического предпринимательства будем придерживаться формулировки, приведенной в Модельном законе «Об основах экологического предпринимательства» (принят на пятнадцатом пленарном заседании Межпарламентской ассамблеи государств – участников СНГ (постановление № 15-6 от 13 июня 2000 года)): «экологическое предпринимательство - производственная, научно-исследовательская, кредитно-финансовая деятельность по производству товаров, выполнению работ и оказанию услуг, имеющая целевым назначением обеспечение сохранения и восстановления окружающей среды и охрану природных ресурсов» [15, с.41].

Под субъектами экологического предпринимательства понимаем юридических лиц и предпринимателей без образования юридического лица любой организационно-правовой формы, у которых «производство продукции природоохранного назначения определено в качестве основного направления деятельности в уставных документах и доля этой продукции составляет не менее 75 процентов общего годового объема продукции в стоимостном выражении, которые также специализируются (имеют основной вид деятельности по уставным документам) на выполнении работ и услуг природоохранного назначения» [15, с.42].

Как отмечают исследователи, «экологическое предпринимательство является действенным механизмом решения многих экологических проблем... Это особенно актуально в российских условиях, как на государственном, так и на региональном уровне» [16, с.127]. Эту идею продолжают другие ученые: «В масштабах страны эффективная экологоориентированная экономика формирует условия сохранения окружающей среды, роста качества и продолжительности жизни населения в целом» [13, с.401]. Также они указывают на то, что «экологическое предпринимательство находится на стадии становления, но,

несомненно, оно станет подспорьем для сохранения экосистемы и развития социально-экономической среды» [13, с.402].

Актуальность проблемы развития предпринимательства в целом, и экологического предпринимательства в частности, отражена в основных документах, определяющих стратегическое развитие страны как в краткосрочной, так в среднесрочной и долгосрочной перспективах.

Так, в «Основных направлениях деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года (новая редакция)» указывается на то, что «Правительству Российской Федерации необходимо реализовать комплекс мероприятий, способствующих росту предпринимательской инициативы и позволяющих существенно нарастить объем частных инвестиций» [4]. В сфере охраны окружающей среды указывается на необходимость «совершенствования регулятивных процедур с целью снятия излишних административных барьеров в недропользовании» [4].

В «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» отмечается, что «переход к инновационному социально ориентированному типу развития невозможен без формирования в России институциональной среды, способствующей росту предпринимательской и инновационной активности на основе свободы творчества, самореализации каждого человека. Такая институциональная среда характеризуется... благоприятными условиями для массового появления новых компаний, в том числе в инновационных секторах экономики» [2]. Также в этом документе выделяются «основные направления обеспечения экологической безопасности экономического развития и улучшения экологической среды жизни человека» [2]. Одним из направлений является «экологический бизнес – создание эффективного экологического сектора экономики... Целевыми показателями прогресса в этом направлении являются

рост рынка экологического дeвeлoпмeнтa, тoвaрoв и уcлyг в 5 рaз и рaсширeниe зaнятoсти с 30 тыc. дo 300 тыc. рaбoчиx мeст» [2].

На гoсyдaрcтвeннoм yрoвнe тaкжe признaeтcя вaжнoсть рeшeния и эkoлoгичeскиx прoблeм. Так, Укaзoм Прeзидeнтa Рoсcийcкoй Фeдeрaции oт 05.01.2016 г. № 7 «O прoвeдeнии в Рoсcийcкoй Фeдeрaции Гoдa эkoлoгии», 2017 гoд oбъявлeн Гoдoм эkoлoгии [1]. Вo иcпoлнeниe Укaзa Прeзидeнтa РФ, Прaвитeльcтвoм РФ yтвeрждeн «Плaн oснoвныx мeрoприятий пo прoвeдeнию в 2017 гoдy в Рoсcийcкoй Фeдeрaции Гoдa эkoлoгии» (yтвeрждeн рaспoряжeниeм Прaвитeльcтвa РФ oт 2 иyня 2016 г. № 1082-р) [9]. Мeрoприятия, пpeдyсмoтpeнныe Плaнoм, «нaпрaвлeны нa дocтижeниe цeлeй и зaдaч Oснoв гoсyдaрcтвeннoй пoлитики в oблaсти эkoлoгичeскoгo рaзвигия Рoсcийcкoй Фeдeрaции нa пeриoд дo 2030 гoдa (yтвeрждeны Прeзидeнтoм Рoссии 30 aпрeля 2012 гoдa) и гoсyдaрcтвeннoй прoгрaммы «Oхрaнa oкрyжaющeй cрeды» нa 2012 – 2020 гoды (yтвeрждeнa пoстaнoвлeниeм Прaвитeльcтвa РФ oт 15 aпрeля 2014 гoдa № 326) [3].

Рeшeниe вoпрoсoв рaзвигия пpeдпринимaтeльcтвa и yлyчшeния эkoлoгичeскoй oбcтaнoвки рeализyeтcя и в гoрнoпрoмышлeнныx рeгиoнax. Нaпримeр, в Свeрдлoвcкoй oблaсти, нa интeрнeт-пoртaлe «Oцeнкa рeгулирyющeгo вoздeйствиa в Свeрдлoвcкoй oблaсти» пpoхoдят пyбличныe кoнсyльтaции пo слeдyющим нoрмaтивным дoкyмeнтaм:

1. Прoект пoстaнoвлeния Прaвитeльcтвa Свeрдлoвcкoй oблaсти «Oб yтвeрждeнии yслoвий прoвeдeния тoргoв нa oсyщeствлeниe сбoрa и тpaнcпoртирoвaния твeрдых кoммyнaльныx oтxoдoв» [5].

2. Прoект пoстaнoвлeния Прaвитeльcтвa Свeрдлoвcкoй oблaсти «Oб yтвeрждeнии трeбoвaний к coдeржaнию и пoрядкa зaключeния сoглaшeния oб oргaнизaции дeятeльнoсти пo oбрaщeнию с твeрдыми кoммyнaльными oтxoдaми мeждy yпoлнoмoчeнным иcпoлнитeльным oргaнoм гoсyдaрcтвeннoй влaсти Свeрдлoвcкoй oблaсти в сфeрe oбрaщeния с твeрдыми кoммyнaльными



отходами и региональным оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами» [6].

3. Проект постановления Правительства Свердловской области «Об утверждении Правил осуществления деятельности региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами, контроле за их выполнением» [7].

4. Проект приказа Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области «Об утверждении Порядка предоставления и контроля отчетности об образовании, утилизации, обезвреживании и размещении отходов субъектами малого среднего предпринимательства на объектах, подлежащих региональному государственному экологическому надзору (за исключением статистической отчетности) на территории Свердловской области» [8].

В другом горнопромышленном регионе – Республике Чувашия, уже реализуются практические мероприятия, направленные как на развитие экологического предпринимательства, так и на улучшение экологической ситуации в регионе: создается эффективная комплексная система переработки и утилизации отходов (на условиях государственно-частного партнерства построен современный мусоросортировочный полигон в г.Новочебоксарске, который обеспечивает хранение и переработку 80% отходов всей республики); предусмотрено строительство трех мусоросортировочных комплексов; проводится реконструкция биологических очистных сооружений в г.Новочебоксарске, которая позволит в 100 раз снизить массу сточных осадков [19, с.48]. В итоге, в рамках Года экологии, горнопромышленный регион готов перейти на новую систему управления отходами уже в 2017 году.

Авторы исходят из того, что развитие предпринимательства в сфере охраны и защиты окружающей среды обеспечит возникновение синергетических социальных, экономических, экологических и других

эффектов, а само экологическое предпринимательство может стать эффективным и действенным экономическим механизмом развития горнопромышленных регионов.

Так, государственная поддержка и развитие экологического предпринимательства в горнопромышленном регионе приведет к изменению экологической ситуации на территории, что связано со снижением негативного воздействия результатов жизнедеятельности населения и деятельности крупных промышленных предприятий.

Изменение экологической обстановки в регионе, в свою очередь, повысит качество жизни населения, так как будет способствовать изменению динамики уровней заболеваемости, связанных с экологическими факторами, в сторону уменьшения.

Развитие экологического предпринимательства приведет:

- к экономическому росту, за счет создания новых производств, и вследствие этого – создания новых рабочих мест и снижения уровня безработицы, появлению на рынке предложений новой продукции и услуг, связанных с защитой и охраной окружающей среды;

- к финансовой обеспеченности регионов, за счет пополнения бюджетов разных уровней, повышения доходов населения;

- к росту предпринимательской активности. Это приведет к регистрации новых юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Будет способствовать; развитию конкуренции на рынке услуг и производства продукции в области защиты и охраны окружающей среды. Окажет значительное влияние на рост числа новых предприятий и развитию конкуренции на смежных рынках. Позволит укрепить коммерческие связи между малым, средним и крупным бизнесом; и приведет к увеличению доли малого предпринимательства в реализации государственных контрактов. Также развитие экологического предпринимательства будет способствовать развитию

предпринимательской культуры в целом. Позволит усилить социальную ответственность бизнеса.

Таким образом, развитие экологического предпринимательства в горнопромышленном регионе способно удовлетворить интересы всех сторон – участников социально-экономических отношений: государства, региона, населения, предпринимательского сообщества и территории. Что в свою очередь, даст не только ощутимый экономический, но также социальный и экологический эффекты. Это может стать основой эффективного развития горнопромышленных регионов.

#### Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 г. № 7 О проведении в Российской Федерации Года экологии [Электронный ресурс] // URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/40400> (Дата обращения 18.03.2017 г.).

2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс] // Веб-страница Правительства РФ. URL: <http://gov.garant.ru> [Документы Правительства РФ. Стр.4, Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р] (Дата обращения 18.01.2017 г.).

3. Об утверждении плана проведения в 2017 году Года экологии [Электронный ресурс] // Веб-страница Правительства РФ. URL: <http://government.ru/docs/23279/> (Дата обращения 18.03.2017 г.).

4. Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года [Электронный ресурс] // Веб-страница Правительства РФ. URL: <http://government.ru/media/files/QTqv2SI5qYEu2zONkOAwquydbKD9Ckf.pdf> (Дата обращения 18.01.2017 г.).

5. Проект постановления Правительства Свердловской области Об утверждении условий проведения торгов на осуществление сбора и транспортирования твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс] // Интернет-портал Оценка регулирующего воздействия в Свердловской области. URL: <http://regulation.midural.ru/projects#nra=3371> (Дата обращения 03.03.2017 г.).

6. Проект постановления Правительства Свердловской области Об утверждении требований к содержанию и порядка заключения соглашения об организации деятельности по обращению с твердыми коммунальными отходами между уполномоченным исполнительным органом государственной власти Свердловской области в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами и региональным оператором по обращению с твердыми коммунальными отходами [Электронный ресурс] // Интернет-портал Оценка регулирующего воздействия в Свердловской области. URL: <http://regulation.midural.ru/projects#nra=3372> (Дата обращения 03.03.2017 г.).

7. Проект постановления Правительства Свердловской области Об утверждении Правил осуществления деятельности региональных операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами, контроле за их выполнением [Электронный ресурс] // Интернет-

портал Оценка регулирующего воздействия в Свердловской области. URL: <http://regulation.midural.ru/projects#npa=3377> (Дата обращения 03.03.2017 г.).

8. Проект приказа Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области Об утверждении Порядка предоставления и контроля отчетности об образовании, утилизации, обезвреживании и размещении отходов субъектами малого среднего предпринимательства на объектах, подлежащих региональному государственному экологическому надзору (за исключением статистической отчетности) на территории Свердловской области [Электронный ресурс] // Интернет-портал Оценка регулирующего воздействия в Свердловской области. URL: <http://regulation.midural.ru/projects#npa=3376> (Дата обращения 03.03.2017 г.).

9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 июня 2016 г. № 1082-р [Электронный ресурс] // Веб-страница Правительства РФ. URL: <http://government.ru/media/files/4NA0an282eVdSUznJSWksNTMUPPjHO3t.pdf> (Дата обращения 18.03.2017 г.).

10. Гатинский, Ю. Г., Владова, Г. Л., Прохорова, Т. В., Рундквист, Д. В., Соловьев, А. А. Современная геодинамика горнопромышленных регионов европейской части России и ближнего зарубежья [Электронный ресурс] / Ю.Г. Гатинский, Г.Л. Владова, Т.В. Прохорова, Д.В. Рундквист, А.А. Соловьев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2014. — Т. 5. — Вып. 1. — Часть 1. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprovr\_east5-1-1.2015.61.

11. Гатинский, Ю. Г., Прохорова, Т. В., Рундквист, Д. В., Соловьев, А. А. Современная геодинамика горнопромышленных регионов запада азиатской части России и ближнего зарубежья [Электронный ресурс] / Ю.Г. Гатинский, Т.В. Прохорова, Д.В. Рундквист, А.А. Соловьев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2015. — Т. 8. — Вып. 2. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprovr\_e-ast8-2.2015.81.

12. Гатинский, Ю. Г., Прохорова, Т. В., Рундквист, Д. В., Соловьев, А. А. Современная геодинамика горнопромышленных регионов востока азиатской части России и ближнего зарубежья [Электронный ресурс] / Ю.Г. Гатинский, Т.В. Прохорова, Д.В. Рундквист, А.А. Соловьев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2016. — Т. 12. — Вып. 2. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprovr\_e-ast12-2.2016.71.

13. Климова С.И., Фокина Л.В., Яковлева И.Ю. Экологическое предпринимательство как вектор развития общества и экономики // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 1 (50). – с.400-403.

14. Коновалов В.Е., Колчина М.Е. Формирование и функционирование горнопромышленных ландшафтов в условиях Уральского горнопромышленного региона // Экологическая и техносферная безопасность горнопромышленных регионов: Труды IV Международной научно-практической конференции 7 апреля 2016 года / Отв. редактор Семячков А.И. – Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2016. – с.143-149.

15. Модельное законодательство государств-участников Содружества Независимых Государств в области экологии. Часть 2. – Ташкент: Научно-информационный центр МКВК, 2010. – 80 с.

16. Портнов А.В. Экологическое предпринимательство как важнейшее направление инновационного развития региона // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. Экология. – 2012. – № 1 (20). – с.125-130.

17. Пресс-релиз – Результаты экологического рейтинга по результатам зимы 2016-2017 [Электронный ресурс] // Общероссийская Общественная организация Зеленый патруль. URL:<http://www.greenpatrol.ru/en/node/287096> (Дата обращения 20.03.2017 г.).
18. Пути достижения всеобъемлющего экономического роста. Российская Федерация. Комплексное диагностическое обследование экономики. [Электронный ресурс] // Всемирный банк. – Режим доступа: <http://pubdocs.worldbank.org/en/235471484167009780/Dec27-SCD-paper-rus.pdf>. (Дата обращения: 18.01.2017 г.).
19. Республика Чувашия войдет в число «пилотных» регионов по переходу на новую систему регулирования в сфере обращения с отходами // Инвестиции в России. – 2017. – № 2. – с.48.
20. Субботина Е.В., Карапетян К.Г. Использование инновационных технологий рационального природопользования с целью решения проблем утилизации отходов горнопромышленного региона // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18491> (дата обращения 18.03.2017).
21. Шашкова О.Г. Экологические аспекты развития предприятий в системе горнопромышленного региона // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – № 1 (Том 16). – с.206-210.
22. Шеломенцев А.Г., Дорошенко С.В. Инновационные формы развития слабоосвоенных территорий России // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2012. – № 2. – с.141-153.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТонирующего ШнуРА

### STUDY OF RELIABILITY OF CONNECTIONS DETONATING CORD

*Ермолаев А.И., Токмаков В.В., Росляков А.С., Тетерев Н.А.  
Ermolaev A.I., Tokmakov V.V., Roslyakov A.S., Teterev N.A.  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»*

*Ключевые слова:* Детонирующий шнур, надежность, вероятность отказов, восприимчивость к детонации

*Аннотация:* Приведены результаты испытания детонирующих шнуров (ДШ) на соответствие требований ГОСТ. Установлено, что действующий стандарт испытаний ДШ допускает попадание на массовые взрывы дефектных изделий. Для получения достоверных показателей надежности испытан способ с изолирующими прокладками. Дана оценка безотказности и восприимчивости детонации ДШ разных марок.

*Abstract:* The results of the test detonating cord (LH) compliance with the requirements of GOST. It is established that the actual standard test DSH expose on massive explosions of defective products. To obtain reliable indicators of the reliability of the tested method with insulating gaskets. The estimation of the reliability and susceptibility of detonation DS of different brands.

При анализе факторов, приводящих к отказам зарядов взрывчатых веществ (ВВ) при массовых взрывах установлено [1], что основной причиной отказов скважинных зарядов является низкое качество (надежность) применяемых детонирующих шнуров (ДШ).

Согласно ГОСТ 6196-78, испытание ДШ на восприимчивость к детонации должно проводиться путем подрыва шнура, связанного по определенным схемам. В этих схемах к магистрали ДШ присоединяют отрезки ДШ способами, используемыми при монтаже взрывной сети на промышленных взрывах, а именно: способом соединения шнуров морским узлом, соединения прямым узлом и соединения внакладку на длине не менее 10 см. Магистраль ДШ инициируют от стандартного капсуля-детонатора или электродетонатора и по количеству отказов в магистрали и

отказов в передаче детонации отрезкам судят о безотказности ДШ и его пригодности к применению.

Основной недостаток этого способа испытаний состоит в том, что для подтверждения высоких показателей надежности (безотказности) требуется весьма большое количество испытаний, а при малом количестве испытаний, как это принято в ГОСТ 6196-78, резко снижается точность (достоверность) оценки надежности.

Сказанное выше подтверждают следующие рассуждения: допустим, производится  $n$  независимых опытов, в каждом из которых вероятность появления некоторого события (в нашем случае отказа в передаче детонации на соединении шнуров) равна  $q$ . Тогда случайное число  $m$  появления этого события (отказа) в серии  $n$  опытов подчиняется, как известно, биномиальному распределению. Если при  $n$  попытках отказов в передаче детонации на соединении шнуров не было ( $m=0$ ), для нижней и верхней доверительных границ вероятности отказов  $q$  можно записать:

$$q_n = 0, q_b = 1 - \overline{1 - \alpha}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  - доверительная вероятность. Отсюда наименьший объем испытаний, необходимый для подтверждения того, что  $q \leq q_b$ , с вероятностью  $\alpha$  будет равен:

$$n = \frac{\lg(1-\alpha)}{\lg(1-q_b)}, \quad (2)$$

Согласно исследованиям [1] среднее значение вероятности отказа в передаче детонации на соединении детонирующих шнуров составляет для шнура ДШ-А:  $q=6 \times 10^{-4}$ , для шнура типа ДШЭ-12:  $q=0,7 \times 10^{-5}$ . Тогда наименьший объем испытаний соединений шнура при доверительной вероятности  $\alpha=0,8$ , должно быть для шнура ДША  $n=2680$  и для шнура ДШЭ-12  $n=23000$ . Понятно, что столь большой объем испытаний просто

неприемлем, исходя из чисто практических соображений (большой перерасход ДШ на испытания).

В испытаниях ДШ по ГОСТ 6196-78 количество испытаний соединений детонирующих шнуров принято равным 21. Отсюда доверительная вероятность, с которой подтверждается условие  $q \leq 6 \times 10^{-4}$  составляет  $\alpha = 0,0125$ , то есть проводить столь малое количество испытаний, как это предусмотрено в ГОСТ 6196-78, просто бесполезно.

При контроле восприимчивости к детонации по ГОСТ 6196-78 гарантируется значение  $q \leq q_v = 0,1$  с доверительной вероятностью  $\alpha = 0,9$  или  $q \leq q_v = 7,5 \cdot 10^{-2}$  с доверительной вероятностью  $\alpha = 0,8$ .

Таким образом, принятый по ГОСТ контроль восприимчивости ДШ к детонации не гарантирует не только требуемых показателей безотказности, но и фактически достигнутых среднестатистических.

Недостатком применяемой в настоящее время методики испытаний ДШ является также невозможность сравнить при испытаниях уровень безотказности детонирующих шнуров различных партий или типов, поскольку при высокой надежности (безотказности) шнура даже при нескольких сотнях испытаний отказов на соединениях в подавляющем большинстве случаев не будет. Например, по данной методике практически невозможно выявить преимущества шнура ДШЭ-12 по сравнению с ДШ-А, хотя у первого безотказность значительно ниже. Разница между ними может быть выявлена только после испытаний нескольких десятков тысяч соединений.

С целью снижения количества испытаний и получения достоверных показателей надежности предложена схема испытания детонирующего шнура, при которой на магистральную нить ДШ наматывают слой изолирующего материала (изолента, бумага, хлопчатобумажная лента и



т.п.), а поверх его вяжут отрезки ДШ тем способом (морским узлом, внакладку и т.п.), который необходимо испытать. Магистраль шнура подрывают стандартным капсулем-детонатором (или электродетонатором) и подсчитывают количество отказов в передаче детонации от магистрали к отрезкам. Затем толщину изоляции изменяют и опыты повторяют. Изменение толщины изоляции производят 10-15 раз, общее количество испытаний (количество соединений шнура) принимают не менее 40-60. По результатам испытаний определяют восприимчивость к детонации (среднее расстояние толщины преграды, при которой происходит передача детонации от магистрали к отрезкам) и вероятность отказа в передаче детонации при нулевой толщине преграды, полагая, что распределение частоты передачи детонации на соединении в зависимости от толщины преграды имеет нормальное распределение.

С целью определения надежности работы соединений ДШ (вероятности передачи детонации между ДШ на соединениях) были проведены сравнительные испытания двух партий детонирующего шнура марки ДШ-А по ГОСТ 6196-78 и способом с бумажными прокладками. Результаты испытаний приведены в таблицах (1-3).

Таблица 1

Результаты испытаний безотказной работы соединений шнуров ДШ-А  
(испытания ДШ по ГОСТ 6196-78)

Условный номер партии	Взорвано соединений	Кол-во отказов на соединениях	Частота (вероятность отказа) Q	Доверительный интервал для Q при $\alpha=0,95$	
				$Q_n$	$Q_b$
I	520	0	0	0	0,00574
	5210	2	0,00038	0,00036	0,00040
II	520	0	0	0	0,00574
	5180	4	0,00077	0,00073	0,00081

Таблица 2

## Испытания ДШ-А на восприимчивость к детонации через бумажные прокладки

Условный номер партии	Кол-во прокладок	Кол-во опытов	Кол-во отказов	Накопленная частота	Частота в интервале
I	3	10	0	0	0
	4	10	1	0,1	0,1
	5	10	0	0	0
	6	10	3	0,3	0,2
	7	10	0	0,9	0,6
	8	10	10	1,0	0,1
ИТОГО:		60			
II	3	10	0	0	0
	4	10	1	0,1	0,1
	5	10	0	0,1	0
	6	10	6	0,6	0,5
	7	10	9	0,9	0,3
	8	10	10	1,0	0,1
ИТОГО:		60			

Из таблицы 1 видно, что при малом количестве испытаний точность способа испытаний по ГОСТ 6196-78 невысока. Так, даже при 520 испытаниях не удастся оценить (сравнить), какой из шнуров имеет более высокие показатели восприимчивости к детонации (оцениваемой по количеству отказов в передаче детонации) и надежности. Это обусловлено самим назначением ДШ. Он сделан таким, чтобы на соединениях работать высоконадежно, и это достигается за счет высокой чувствительности взрывчатой сердцевины ДШ и высоких параметров инициирующего импульса. На практике не безразлично, сколько соединений (узлов) ДШ откажет: один из сотни, один из тысячи или один из 10 тысяч, а выявить это при небольшом количестве испытаний невозможно.

Очень завышенными оказались оценки надежности (безотказности) и при испытаниях способом с прокладками (см. табл. 3 и табл. 1), что является следствием предположения о нормальности распределения величины дальности, как указывалось выше.

Таблица 3

Расчетные показатели восприимчивости к детонации и надежности шнуров  
марки ДШ-А партий I и II

№№ п/п	Наименование показателей	Номер партии	
		I	II
1	Количество прокладок при 50% передаче детонации (восприимчивость к детонации), R	6,6	6,3
		Среднеквадратическое отклонение, $S_R$	1,04
2	Нижняя доверительная граница $R_n$ при доверительной вероятности $\alpha=0,95$	6,33	6,04
3	Верхняя доверительная граница $R_v$ (при $\alpha=0,95$ )	6,87	6,56
4	Значение величины $t_c=R/S_R$	6,346	6,3
5	Вероятность безотказной работы соединения ДШ, P	более 0,99999999	более 0,99999999

Недостатком этого метода является трудоемкость проведения испытаний и низкая точность оценки безотказности и восприимчивости к детонации. Высокая трудоемкость обусловлена многократностью проверок шнура и необходимостью выполнения дополнительных операций (наматывание слоя изолирующего материала и вязка на него узла ДШ). Низкая точность получаемых при испытаниях показателей надежности ДШ и восприимчивости к детонации объясняется тем, что передача детонации от материала к отрезкам осуществляется через преграду (изолирующий материал), а не через воздух, как это происходит на узлах в реальных условиях промышленных взрывов. Практические данные, полученные при испытаниях ДШ, свидетельствуют, что механизм возбуждения детонации в отрезках от магистрали через изолирующий материал отличен от механизма возбуждения через воздух. В первом случае возбуждение детонации происходит в основном за счет действия ударной волны и в меньшей степени от температуры разлетающихся газов взрыва. Ослаблено также действие самих газообразных продуктов из-за наличия преграды. Известно, что некоторые марки ДШ лучше возбуждают детонацию при действии на них газами с высокой температурой, другие наоборот требуют для возбуждения детонации сильной ударной волны. Из сказанного следует, что информация о надежности ДШ и восприимчивости

детонации, полученная при таких испытаниях, неточна и по ней лишь с большим приближением можно судить об указанных показателях ДШ, в особенности при сравнении ДШ различных типов.

Недостаток испытаний ДШ с прокладками также в том, что для возможности сравнения чувствительности к детонации шнуров по результатам различных серий испытаний необходимо во всех случаях применять прокладки из одного и того же материала, что не всегда удобно или возможно с практической точки зрения.

Выше было показано, что при контроле восприимчивости к детонации путем взрывания небольшого количества соединений (узлов) ДШ, как это принято по ГОСТ 6196-73, гарантируется весьма низкий, неприемлемый уровень надежности. В то же время для подтверждения требуемого уровня надежности (вероятность отказов на соединениях ДШ не более  $6 \cdot 10^{-4}$ ) необходимо взрывать весьма большое количество соединений ДШ, что явно нецелесообразно.

#### Список источников

1. Ермолаев А.И. Исследование надежности средств инициирования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2003, вып.7, с.5-7.

**ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ФУНКЦИЙ,  
РЕАЛИЗУЕМЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ  
ТЕРРИТОРИЯМИ**

**EVOLUTIONARY CHANGES OF SPECIAL PROTECTED NATURAL  
AREAS' FUNCTIONS**

*Кубарев М.С.<sup>1</sup> Литвинова А.А.<sup>2</sup>, Игнатьева М.Н.<sup>1,2</sup>  
Kubarev M.S.<sup>1</sup>, Litvinova A.A.<sup>2</sup>, Ignat'eva M.N.<sup>1,2</sup>*

*<sup>1</sup> Уральский государственный горный университет*

*<sup>2</sup> Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук*

*Ключевые слова:* функции, услуги, особо охраняемые природные территории, эволюция, экономическая оценка.

*Аннотация.* Целью исследования является отслеживание эволюционных изменений в составе функций, реализуемых особо охраняемыми природными территориями (ООПТ). Уточнение перечня функций служит основой выполнения более объективной экономической оценки ООПТ. Установлено, что в историческом аспекте этот перечень расширяется в основном в части тех экоуслуг, которые позволяют осуществить их включение в социально-экономическое развитие территории.

*Abstract.* The purpose of the study is to track evolutionary changes of Special Protected Natural Areas (SPNA)' functions. Clarification of the functions' list serves as the basis for the implementation of a more objective economic assessment of SPNA. The article finds that, historically, this list is expanding mainly in terms of ecosystem services being included in the social and economic development of the territory.

Первый этап в развитии заповедного дела характеризуется организацией защиты отдельных видов животных и растений. Первые запреты на охоту в части некоторых видов рыб, животных, на охрану отдельных видов растений относятся к далекой древности. Еще при рабовладельческом строе в Китае имели место распоряжения об охране некоторых видов живой природы. Известны специальные указы об охране относительно фауны и флоры императора Индии Ашока в III в. до н.э., предпринимались попытки охраны лесов в Месопатии, относящиеся ко второму тысячелетию до н.э. и т.д. [1]. Известны примеры защиты природы, которые относятся к истории европейских народов. Так, в Дании в XVI в. был издан закон об охране растительности на

песчаных дюнах, в Польше в XII в. законодательно введен запрет охоты на зубров и т.д..

Для второго этапа характерно применение комплексной защиты природы. Так, в Швеции в XVI в. была создана первая заповедная зона, сохранившаяся до сих пор в Гларусских Альпах, а в XIX в. в Германии первые комплексные охраняемые природные территории [2]. Имели место меры по защите природы и России. Так, в XI-XII вв. создаются княжеские охотничьи заповедники, во Владимиро-Волынском княжестве в XIII в. ограничивалась охота на всех животных. Заповедниками в полном смысле сегодняшнего понимания этого термина служили в России XVI–XVIII вв. «засечные полосы» — пограничные леса. При Петре I был создан ряд заповедных лесных массивов, предпринимались меры по регулированию рыболовства, запрещалась неупорядоченная охота на лося и соболя, внедрялись лесопосадки. Вопросы охраны природы находились в центре внимания общественной деятельности Российского общества покровителей животных, постоянной природоохранной комиссии, созданной в 1912 г., общества «Охранитель природы». Русские ученые принимали участие в первой конференции по международной охране природы (Берн, 1913 г.). Основы современного отечественного заповедного дела были заложены в конце XIX — начале XX вв. идеями выдающихся русских ученых-естествоиспытателей: В.В. Докучаева, И.П. Бородина, Г.Ф. Морозова, Г.А. Кожевникова, В.П. Семенова-Тян-Шанского, А.Н. Формозова, Н.Ф. Реймерса, Ф.Р. Штильмарка и др. [3].

Третий этап отличается дальнейшим развитием комплексного подхода и приданием заповедным территориям государственной значимости. В марте 1872 г. в США специальным законом был создан первый в мире «Йеллоустонский национальный парк», площадью 899 тыс. га. Первый общегосударственный акт в России «Об установлении правил об охотничьих заповедниках» был принят в октябре 1916 г. царским правительством. В

декабре того же года распоряжением, объявленным Правительствующему Сенату Министром Земледелия, на берегу озера Байкал был создан первый государственный заповедник — Баргузинский. В настоящее время территория заповедника входит в состав объекта Всемирного природного наследия «Озеро Байкал» наряду с Байкальским и Байкало-Ленским заповедниками, Забайкальским и Прибайкальским национальными парками и Фролихинским и Кабанским заказниками.

Современный этап развития заповедывания характеризуется осознанием значимости всего комплекса услуг, предоставляемых ООПТ. Развитие мировой системы ООПТ происходит в основном по американскому пути, характерной чертой которого является создание национальных парков, приоритетной задачей которых является предоставление населению туристско-рекреационных услуг, что позволяет национальным паркам вписываться в экономику государств, обеспечивая ощутимое количество рабочих мест, принося немалый доход в виде налогов и способствуя развитию регионов. Российская система ООПТ в отличие от мировой имеет научные и природоохранные приоритеты: сохранение ранее не нарушенного эталонного природного комплекса для обозрения, изучения и контроля за его изменениями во времени.

В современных условиях наблюдается существенное изменение отношения к развитию сети ООПТ. На V Всемирном конгрессе по особо охраняемым природным территориям, организованном МСОП - Международным союзом охраны природы (Дурбан, ЮАР, 2003 г.), провозглашено новое направление развития ООПТ, предлагающее на их базе формировать эффективную систему сохранения природной среды, обеспечивающую улучшение качества жизни населения и экологически устойчивое развитие регионов в целом. Речь идет о сохранении в той или иной степени в неизменном виде подавляющей части территории в рамках экологического каркаса территории, основной целью которого является

создание предпосылок для развития территории через сохранение многообразия природных комплексов и выполнение ими эколого-стабилизирующих функций посредством поддержания целостности природного каркаса, защиты его от негативного антропогенного воздействия.

На сегодня с экологической и государственной точек зрения заповедывание территорий является переходом к более высокой и социально значимой форме природопользования, а не «изъятием из хозяйственного оборота» природных ресурсов [4]. Территории ООПТ не изымаются из хозяйственного оборота, а включаются в более высокоэффективную нетрадиционную форму хозяйства, имеющую высшие эколого-социально-экономические цели. По убеждению авторов [5] правомерным является рассмотрение системы ООПТ как особой отрасли народного хозяйства, его равноправным сектором, обеспечивающим прирост национального продукта, правда не прямо, а косвенно, через поддержание экологического баланса.

Таким образом, к особенностям современной российской системы ООПТ следует отнести:

- рассмотрение сохранения природы в рамках ООПТ в качестве одного из направлений рационального природопользования, неразрывно связанного с ресурсоиспользованием и ресурсопотреблением;
- превалирование научных и природоохранных приоритетов в задачах управления ООПТ различных уровней;
- включение в число первоочередных задач системы ООПТ сохранения биоразнообразия, как видового, так и экосистемного;
- признание высокой значимости эколого-стабилизирующих услуг природных систем ООПТ способствующих поддержанию жизнеобеспечивающих процессов и систем, необходимых для человека и его развития;



– создание сети ООПТ с позиции формирования экологического каркаса, состоящего из крупных резерватов, соединенных экологическими коридорами, ориентированного на поддержание ландшафтно-экологического равновесия территории;

– интеграция деятельности ООПТ в региональное социально-экономическое развитие, предполагающая: комплексный учет всей природоохранной ценности ООПТ; расширение комплекса туристско-рекреационных услуг, способствующее развитию региона в результате увеличения доходной части региональных бюджетов за счет вносимых налогов; получение выгод местному населению от соседства с ООПТ; учет потребностей коренных малочисленных народов в использовании природных ресурсов; увеличение собственных средств ООПТ за счет развития туристско-рекреационной деятельности и взаимодействия с бизнес-структурами [6, 7, 8 и др.].

Практика организации и управления ООПТ при интеграционном подходе требует существенных изменений в информационном обеспечении в аспекте интеграции природно-ресурсного и эколого-ресурсного потенциалов в региональную экономику. В первую очередь это связано с необходимостью определения экономической ценности природно-ресурсного потенциала ООПТ, обусловленного потоками предоставляемых ими услуг: природоохранных, производственных, рекреационных и информационных [9, 10, 11].

#### Список источников

1. Миланова Е.Б., Рябчиков А.М. Использование природных ресурсов и охрана природы. М.: Высш. шк., 1986. 280 с.
2. Мукало А.С. Охрана природы как задача государства на примере Германии рубежа XIX-XX вв. // Проблемы региональной экологии, 2010. №4. С. 112-117.
3. Холоденко А.В. В.В. Докучаев и его последователи об охране степных ландшафтов // Вестник ВолГУ, 2011. Серия 11. №1(1). С. 67-71.
4. Методические указания по проектированию государственных природных заповедников / утв. Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации 13 мая 1994 г. (п. 1.7).

5. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 295 с.
6. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р «Об Экологической доктрине Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_92097/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92097/) (дата обращения 15.03.2017).
7. Концепция развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года/ утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. №2322-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/media/files/f5tG6iXZaqTaWKG4sNjRfAvZfVk2KhgB.pdf> (дата обращения 15.03.2017).
8. Лупачева С.В., Исаева Е.Д. Значение особо охраняемых природных территорий для социально-экономического развития региона // Экология человека, 2008. N 4. С.3-5.
9. Литвинова А.А., Игнатъева М.Н., Коротеев Г.Д. Идентификация услуг, предоставляемых особо охраняемыми природными территориями // Успехи современного естествознания, 2016. № 6. С. 164-168.
10. Литвинова А.А., Игнатъева М.Н., Морозова Л.М., Кубарев М.С. Методические рекомендации по экономической оценке ООПТ, реализующие природоохранные функции // Известия Уральского горного университета, 2016. №3 (43). С. 95-99.
11. Литвинова А.А., Кубарев М.С., Морозова Л.М., Коротеев Г.Д. Уточнение экономической оценки заповедных территорий //Аграрный вестник Урала, 2016. №11. С. 102-106.

**ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ГОРНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ, ИМЕЮЩИХ НЕДВИЖИМОСТЬ В АРЕНДЕ**

**DECLARATION OF FIRE SAFETY FOR THE MINING COMPANIES WITH  
PROPERTY TO RENT**

*Куликов В.В., Кузнецов А.М.*

*Kulikov V.V., Kuznetsov A.M.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* декларация пожарной безопасности, ФЗ-123, аренда.

*Аннотация.* Экспертиза пожарной декларации как элемент обеспечения пожарной безопасности на горном предприятии.

*Abstract.* Examination of the Declaration of fire as part of fire safety in the mine.

Декларация пожарной безопасности – это документ, заполняемый собственником организации на основании ст. 6 и 64 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. и Приказа МЧС России № 91 от 24.02.2009 г. «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации пожарной безопасности».

Декларация пожарной безопасности являет собой форму оценки соответствия, содержащая информацию о мерах пожарной безопасности, направленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска (ст. 2, 144 Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ). Это документ определенной формы (установленной указанным выше Приказом МЧС Российской Федерации), в котором содержится и предоставляется информация о том, соответствует объект нормативам по пожарной безопасности или нет.

Экспертиза декларации пожарной безопасности отвечает на основные вопросы:

1. Соответствует ли противопожарное состояние объекта нормативным требованиям Российской Федерации?
2. Установлена ли и находится в рабочем состоянии система пожарной сигнализации?
3. Соответствуют ли эвакуационные выходы нормативам по ширине и количеству?
4. Выполнен ли инструктаж персонала?
5. Какие организационно-технические мероприятия для предотвращения пожара и его распространения проводятся в организации?
6. В каком состоянии находятся первичные средств пожаротушения?

В соответствии с ФЗ № 123 п. 5 ст. 64 «Собственник объекта защиты или лицо, владеющее объектом защиты на праве хозяйственного ведения, оперативного управления либо ином законном основании, предусмотренном федеральным законом или договором, должны в рамках реализации мер пожарной безопасности в соответствии со статьей 64 настоящего Федерального закона разработать и представить в уведомительном порядке декларацию пожарной безопасности».

Исходя из этого пункта, разрабатывать декларацию, кроме собственника, могут и другие лица, владеющие объектом на ином законном основании.

Относится ли к ним арендатор? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к Гражданскому кодексу РФ п. 1 ст. 650 «Договор аренды здания или сооружения». Кодексом установлено следующее:

«По договору аренды здания или сооружения арендодатель обязуется передать во временное владение и пользование или во временное пользование арендатору здание или сооружение».

Таким образом, если в договоре аренды предусмотрено временное владение и пользование зданием (фактически по договору аренды имеет место фактическое владение этим зданием на иных предусмотренных законом основаниях), то и

декларацию пожарной безопасности разрабатывает арендатор. Если же здание передано арендатору только во временное пользование, декларацию пожарной безопасности разрабатывает собственник.

В большинстве случаев договора аренды не предусматривают конкретного указания «владение и пользование» или просто «владение».

В декларации пожарной безопасности указываются статьи Технического регламента и нормативных документов по пожарной безопасности, выполнение которых должно быть обеспечено на объекте защиты.

Исходя из выше перечисленного, если собственник сдает арендатору в аренду «голые» стены без указания конкретного вида деятельности (например – просто «нежилое помещение»), он никак не может составить декларацию – не известно функциональное назначение здания и, соответственно, предъявляемые к нему требования пожарной безопасности. В этом случае арендатор владеет и пользуется помещением, и он же составляет декларацию.

Если же в аренду сдается уже готовое здание или помещение, оборудованное под какой-либо вид деятельности, то декларацию составляет арендодатель, а арендатор лишь пользуется имуществом.

В случае наличия на объекте отступлений от требований действующей нормативной документации Декларация включает расчет пожарного риска. При выполнении обязательных требований пожарной безопасности, установленных Федеральными законами о технических регламентах, и требований нормативных документов по пожарной безопасности, расчет пожарного риска не требуется.

Необходимо отметить, что обязательное требование по составлению Декларации распространяется не на все категории объектов.

Не требуется разрабатывать Декларацию для следующих объектов:

– отдельно стоящие жилые дома высотой не более трех этажей, предназначенные для проживания одной семьи (объекты индивидуального жилищного строительства);

– жилые дома высотой не более трех этажей, состоящие из нескольких блоков, количество которых не превышает десяти и каждый из которых предназначен для проживания одной семьи, имеет общую стену (общие стены) без проемов с соседним блоком или соседними блоками, расположен на отдельном земельном участке и имеет выход на территорию общего пользования (жилые дома блокированной застройки);

– многоквартирные дома высотой не более трех этажей, состоящие из одной или нескольких блок-секций, количество которых не превышает четыре, в каждой из которых находятся несколько квартир и помещения общего пользования и каждая из которых имеет отдельный подъезд с выходом на территорию общего пользования;

– отдельно стоящие объекты капитального строительства высотой не более двух этажей, общая площадь которых составляет не более чем 1500 квадратных метров и которые не предназначены для проживания граждан и осуществления производственной деятельности, за исключением объектов, которые являются особо опасными, технически сложными или уникальными объектами;

– отдельно стоящих объектов капитального строительства высотой не более двух этажей, общая площадь которых составляет не более чем 1500 квадратных метров, которые предназначены для осуществления производственной деятельности и для которых не требуется установление санитарно-защитных зон или для которых в пределах границ земельных участков, на которых расположены такие объекты, установлены санитарно-защитные зоны или требуется установление таких зон, за исключением объектов, которые являются особо опасными, технически сложными или уникальными объектами.

Горнодобывающая промышленность представляет собой комплекс отраслей, занимающихся добычей и обогащением полезных ископаемых. В настоящее время она является одной из ведущих отраслей мира.

Как производственный объект горнодобывающее предприятие имеет повышенную пожарную опасность, так как обладает большим наличием технических устройств, горючих жидкостей (далее ГЖ) и горючих газов (далее ГГ), твердых сгораемых материалов, оснащённостью высоковольтных электрических установок.

Однако, отработка многих месторождений за счет современных технологий и техники, осуществляется без применения буровзрывных работ, что обеспечивает безопасность производства, однако подавляющее число пожаров – почти 3/4 происходит на территории промышленных площадок горного предприятия. Многие причины возникновения пожаров прямо или косвенно связаны с человеческим фактором. Неисправные отопительные приборы, оставление их без надлежащего контроля, а также неосторожное обращение с огнем являются самыми распространенными причинами возникновения пожара.

Кроме того, пожары возможны в результате нарушения правил технической эксплуатации электроустановок. А именно, перегрузок электрических сетей и коротких замыканий в них, недопустимых сопротивлений в местах соединения и контактов проводников, искрения, несоответствующей защиты электрооборудования.

Условием соответствия объекта защиты требованиям безопасности является выполнение Федеральных законов (ФЗ), нормативно–правовых актов Российской Федерации, сводов правил (СП), специальных технических условий, содержащие требования пожарной безопасности, что и позволяет установить пожарная декларация.

**РЕНТНЫЕ ИДЕНТИФИКАТОРЫ КАЧЕСТВА РЕСУРСОВ  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

**RENT IDENTIFIERS OF QUALITY OF RESOURCES OF ECONOMIC  
SPACE**

*Малыш Е.В.*

*Malysh E.V.*

*Институт экономики УрО РАН,*

*ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»*

*Ключевые слова:* рентные отношения, рентообразующие ресурсы, качество ресурсов, национальное богатство

*Аннотация:* В статье анализируется влияние рентных отношений на эффективность производственного использования различных экономических ресурсов. Определяются рентные идентификаторы качества ресурсов на основе характеристики типов элементов национального богатства. Показана возможность введения классификации рентных отношений для целей регулирования рентных доходов экономики страны.

*Annotation:* In article influence of the rent relations on efficiency of production use of various economic resources is analyzed. Rent identifiers of quality of resources on the basis of the characteristic of types of elements of national wealth are defined. The possibility of introduction of classification of the rent relations for regulation of investment incomes of national economy is shown.

Проявление рентных отношений в экономическом пространстве опирается на понятие источников производства – ресурсов, которыми обладает экономическая система и которые могут быть использованы в процессе создания ценностей. В экономической теории принято разделять ресурсы в двух направлениях: во-первых, на природные, хозяйственные, трудовые и финансовые; во-вторых, на запасы, возможности, денежные средства, источники доходов.

Ресурсными отношениями принято называть социально-экономические отношения, связанные с пользованием ресурсами в производственном процессе. В понимание пользования ресурсами в производстве включают отношения: 1) собственности на ресурсы и приобретению права ресурсопользования; 2) безопасности и рационализации ресурсопользования; 3) государственного



управления ресурсопользованием; 4) по производственной трансформации ресурсов.

В целом, ресурсные отношения связаны с трансформацией ресурсов в системе общественных отношений: от введения ресурсов в экономический оборот до переработки, производственного использования (в качестве сырья и готовой продукции), потребления, утилизации, текущее воспроизводство (восстановление), создание запасов для восстановления ресурсов в будущем.

В России принята отраслевая классификация производственных ресурсов. Среди типов производственных ресурсов выделяют: земельные ресурсы, капитал в реальной и денежной формах, трудовые, информационные, социальные ресурсы. Из них к материальным относят: ресурсы накопленного богатства, природное сырье, пространственные, трудовые, производственные, инфраструктурные, рециклинговые ресурсы. Нематериальные ресурсы: информационные, интеллектуальные, инновационные, финансовые, социальные.

Экономическая теория наряду с понятием «производственных ресурсов» оперирует также более узким понятием «факторы производства», к которым относятся труд, землю и природные ресурсы, капитал, предпринимательские способности. Взаимосвязь следующая: факторы – это производящие ресурсы. Ресурсы становятся факторами в рамках экономического взаимодействия, называемого производством. Между результатами производства и ресурсами существует зависимость: если известен объем использования ресурсов, то максимизируется результат; если известен результат производства, то минимизируется объем ресурсов. В экономической науке постоянно идет дискуссия о роли каждого фактора в создании стоимости товара. Стоит ещё заметить, что англоязычная экономическая литература признает синонимичность между ресурсами и факторами.

В экономической теории увеличение производства благ всегда рассматривалось в качестве главной цели и результата хозяйственной

деятельности, усилий всех ее ключевых субъектов, включая государство. Основными факторами роста производства называют природные богатства, денежный и не денежный капитал, производственный и управленческий опыт, технологии. Содержание и относительная значимость перечисленных факторов существенно менялись во времени. До XX в. факторы роста производства выражались количественными характеристиками – численность населения, объем природных запасов, объем денежных накоплений и сбережений. Минувший век внес в сложившуюся картину коренные изменения. В настоящее время факторы роста производства определяются качественными характеристиками: человеческие ресурсы (уровень образования, культуры, квалификации), природные ресурсы с учетом их растущей истощаемости, ухудшения качества окружающей среды и изменения климатических условий хозяйственной деятельности. В будущем роль и значение качества факторов экономического роста еще более возрастет.

Национальное богатство характеризуется одновременно основой и результатом экономического развития. Его оцененный потенциал, качество структуры и эффективное использование каждого компонента определяют и вместе с тем характеризуют уровень развития страны и основы конкурентоспособности национальной экономики. Эволюция взглядов на содержание национального богатства и его воспроизводственную роль совпадает с генезисом источников и механизмов экономического роста и развития.

Значимость Национального богатства для экономической политики признавалась всегда, но практическое использование было и остается в значительной степени сопряженным с ограничениями информационной базы и методологическими сложностями оценки и расчетов. С развитием информационной базы возникла реальная возможность для выявления долгосрочных тенденций в формировании и использовании национального богатства различного состава в разных странах мира. Идет быстрое накопление

сопоставимой информации. В середине 1990-х гг. специалисты Всемирного банка выступили с концепцией национального богатства, образуемого из трех форм капитала: «воспроизводимого человеком», «природного» и «человеческого». Они предложили единую методологию оценки этих элементов и опубликовали экспериментальные оценки почти по 100 странам.

Национальное богатство стали рассматривать как капитал, состоящий из экономических активов. От рационального управления портфелем экономических активов зависит эффективность национальной экономики и благосостояние населения. Перенос корпоративных представлений об управлении пассивами и активами на национальную экономику согласуется с тенденциями глобализации и развития открытых экономик, позволяет точнее определять направленность, масштабы, структуру, качество и конкурентоспособность. В этом случае для государственного управленческого аппарата экономическое развитие – это процесс управления портфелем экономических ресурсов.

Управление национальным богатством позволяет решить как минимум три принципиальные задачи выбора и реализации долгосрочной макроэкономической политики устойчивого развития страны. Во-первых, задать качественно-количественную характеристику стратегической цели с учетом факторов пространства, природно-климатических условий, населения. Во-вторых, облегчить оптимальный выбор путей достижения стратегической цели, используя сравнительную оценку национального богатства: а) в пространственном разрезе; б) во временном разрезе. В-третьих, дать оценку эффективности макроэкономической политики устойчивого развития, сравнивая объем и структуру накопленного и утраченного отечественного достояния и оценивая итоговую динамику национального богатства.

В последнее десятилетие накопленная информация подтвердила теоретические представления по следующим направлениям: во-первых, из каких компонентов состоит национальное богатство, какие факторы его определяют, во-

вторых, какие методы и средства управления национальным богатством следует применять в интересах устойчивого развития экономики.

В совокупном национальном богатстве необходимо выделять три основных вида, соответствующие трем основным взаимосвязанным системам жизнедеятельности страны:

- ценности, соответствующие трудовому потенциалу населения;
- капитал, соответствующий хозяйству, с дифференциацией на собственно созданный производственный капитал;
- ресурсный потенциал, соответствующий территории, с дифференциацией на земельно-водные ресурсы, сырьевые ресурсы, природно-экологические ресурсы, лесные ресурсы, ресурсы объектов животного мира, природные лечебные ресурсы, ресурсы континентального шельфа и исключительных экономических зон России.

Проблема объективной и комплексной оценки основных элементов в составе совокупного Национального богатства страны занимает одно из приоритетных мест в макроэкономической теории и практике. Ее решение осуществляется в рамках Системы национальных счетов (СНС).

В соответствии с методологией Всемирного банка, система показателей национального богатства строится на понятии компонента национального богатства – «экономического актива» – это экономические ресурсы, в отношении которых институциональные единицы индивидуально или коллективно осуществляют право собственности, а в процессе экономического использования в течение определенного времени экономические ресурсы приобретают характеристики, не свойственные им до этого: 1) происходит процесс оценки стоимости ресурсов и потенциала его использования; 2) собственники получают дополнительную экономическую выгоду при реализации ресурсов; 3) стоимость ресурсов с течением времени капитализируется. Таким образом, национальное богатство страны обычно определяют, как совокупность экономических активов

страны, уменьшенное на стоимость ее финансовых обязательств.

Обобщая мнения ряда российских авторов, можно определить *специфические черты экономических активов*, как системы элементов национального богатства: 1) элемент социально-экономических отношений; 2) фактор производства и воспроизводства; 3) редкий (ограниченный) естественный или искусственный фактор; 4) фактор пространственного размещения; 5) часть активного капитала экономического субъекта; 6) воспроизводится или не воспроизводится трудом; 7) источник формирования доходов.

Таким образом, можно дать определение и указать свойства рентообразующих ресурсов. *Рентообразующие ресурсы* - это экономические активы, с помощью которых экономические субъекты осуществляют рентоориентированную деятельность.

Считаем, что рентообразующие ресурсы, как элементы экономического пространства, для обеспечения ими всех функций рентных отношений должны обладать наилучшими рентными идентификаторами качества.

Методология Всемирного банка дает понятие «экономического актива» как некоего статического объекта, но совершенно не дает понимание их динамики и, самое главное, качества. Информация, накапливаемая на счетах СНС, дает представление о стоимостных объемах, отраслевом разрезе, о собственности на активы и другое. Но в СНС нельзя найти сведения о том каким путем были получены показатели: «качественным» или «количественным», т. е. если применять терминологию Ю.В. Яременко, «качественными или массовыми» ресурсами.

«Под качественными характеристиками для рабочей силы имеются в виду образование и квалификация, для оборудования, материалов, энергоносителей – совокупность различных технических свойств... Качественные различия однотипных ресурсов не носят случайного характера. Они сохраняются на

протяжении сравнительно длительных отрезков времени, причем воссоздаются в некотором фиксированном, относительно медленно меняющемся спектре... одновременное использование разнокачественных видов ресурсов – это объективное требование экономического развития». Качество ресурсов определяется двумя основными критериями: 1) технический уровень средств производства; 2) квалификация рабочей силы.

Качественный ресурс – дорог, редок и ограничен, приносит высокий эффект. Массовый (некачественный) ресурс, напротив, дешевый, доступный, низко эффективный. Соответственно, чем более качественный ресурс, тем большую ренту можно получить при его использовании.

Следуя логике Ю.В. Яременко [1], в данный момент времени в экономике находится заданный набор качественных и массовых ресурсов, находящихся в определенном отношении. Хозяйствующему субъекту будет выгодно как можно дольше удерживать ресурс в качественном спектре. Видимое ограничение этому наступает в момент трансформации набора ресурсов – переходу ресурсов из качественного состояния в массовое, выбытие ресурсов из массовых, появление новых качественных ресурсов.

Основным посылом выделения рентных идентификаторов качества экономических ресурсов является то, что рента не обнаруживается имманентным свойством ресурса, а результатом его производительного использования.

Рентная идентификация качества имеет трехстадийность реализации: *потенции – актуализация – активизация*. Потенциально ресурс существует всегда, затем, при необходимости, ресурс актуализируется, потом активизируется. Актуализация возникает тогда, когда этот ресурс востребован, и вокруг него возникают рыночные отношения спроса и предложения. Тогда он становится источником ренты. Он активизируется, когда он превращается в элемент, от которого зависит конкурентоспособность предприятия, территории и их выгоды.

Назовем *рентные идентификаторы качества* экономических ресурсов:

1) возможность вариативного использования в производстве; 2) ограниченность в краткосрочном периоде; 3) взаимозависимость, заменимость ресурсов; 4) взаимообусловленность: обусловленность внутренних характеристик ресурса от характеристик другого ресурса; 5) относительная наделённость ресурсом, по сравнению с другими экономическими субъектами; 6) требования соответствующей формы собственности на ресурс; 7) исчерпаемость ресурсов.

Рентные идентификаторы качества ресурсов экономического пространства обеспечивают получателям рентных доходов набор экономических эффектов:

– *кумулятивный эффект*, в результате которого плотность распространения ренты в экономическом пространстве приводит к снижению рисков получения ренты;

– *мультипликативный эффект* – рентоориентированное поведение одного субъекта легко трансформируется в поиск ренты группой субъектов;

– *материальный и нематериальный, латентный характер* рентных доходов от любого рентонесущего ресурса;

– снижает эффективность экономики вследствие *негативного влияния на механизм конкуренции*, но только в том случае, если предоставляются преимущества рентодателю;

– может *иметь позитивные последствия* в виде уменьшения издержек предпринимателя и, как следствие, снижения цены выпускаемого им товара, в виде уменьшения провалов государства в условиях институциональной недостаточности и другое.

Рентообразующий потенциал экономических ресурсов был не однороден во времени и проявлялся по мере роста природных ограничений и в связи с экономическими изменениями общества [2].

Таким образом, сходя из основных трёх групп экономических активов

национального богатства, можно сделать логическое продолжение, что существуют следующие *типы рентообразующих ресурсов*: 1) невозпроизводимая; 2) воспроизводимой; 3) нематериальная.

Если определять типы рентообразующих ресурсов, то это будет означать внешнее их проявление в экономике, способ существования ресурсов в экономическом пространстве. В свою очередь, типы рентообразующих ресурсов определяют, по нашему мнению, формы капитала, который в основном «обслуживает» тот или иной тип рентных отношений, основанной на преимущественном использовании соответствующего капитала. Типы рентообразующих ресурсов определяют их роль как объекта в системе рентных отношений и дают основание для классификации рентных отношений: 1) невозпроизводимый тип рентообразующих ресурсов – рентные отношения по поводу рационального и наилучшего использования земель, территорий, природных ресурсов и других элементов экономического пространства природного происхождения; 2) воспроизводимый тип рентообразующих ресурсов – рентные отношения, связанные с производственными отношениями экономического пространства; 3) нематериальный тип рентообразующих ресурсов – рентные отношения по поводу использования возможностей общества и каждого человека экономического пространства.

#### Список источников

1. Яременко Ю.В. Теория и методология исследования многоуровневой экономики. – М. : Наука, 1997. – 400 с. – С. 28.
2. Малыш Е.В. Земельно-рентные отношения в системе регулирования национального богатства. // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 10 (89). – С. 49-52.



**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ  
ОБВОДНЁННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE HAZARDS OF DIRECTED OIL  
PRODUCTS.**

*Мамедов А.Ш.*

*Mammedov A.S.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* пожарная опасность, обводнённый вязкий нефтепродукт, температура потрескивания и вспенивания.

*Keyword:* fire danger, water content of viscous oil, the temperature cracking and foaming.

*Аннотация:* В данной статье рассматриваются критерии пожарной опасности, процентное содержание воды в нефтяных резервуарах. Характерные отличительные особенности обводнённого вязкого нефтепродукта и зависимость температуры потрескивания, вспенивания и выброса от процентного содержания воды в нефтепродукте.

*Abstract:* This article discusses the fire hazard criteria, the percentage of water in the oil reservoirs. The characteristic features of the water content of the viscous oil and the dependence of cracking temperature, foaming and release of the percentage of water in the oil.

Издавна пожары представляли большую опасность для человека, приносили большой материальный ущерб ему. Несмотря на то, что с каждым годом количество пожаров уменьшается, материальный ущерб от них растёт. Объясняется это тем, что производство и технологии совершенствуются, их материальная ценность увеличивается. Большой материальный ущерб приносят пожары на нефтеперерабатывающих объектах и нефтехранилищах. При пожаре на нефтяные резервуары наблюдается высокая задымленность, повышенных тепловой поток от процесса горения нефти и нефтепродуктов. Ещё одним критерием пожарной опасности для пожарных является выброс нагретой воды из резервуаров. Поэтому предметом данной статьи я выбрал содержание воды в нефтяных резервуарах. Моя заинтересованность вызвана процентным содержанием воды в нефтяных резервуарах, при котором в случае пожара выброса нагретой воды не произойдет.

Обводнённые нефтепродукты по сравнению с обезвоженными, представляют повышенную пожарную и взрывную опасность. Вода по сравнению с тяжёлыми вязкими нефтепродуктами имеет более низкую температуру кипения. Поэтому при нагревании обводнённых нефтепродуктов до температуры выше 100<sup>0</sup>С вода вскипает. При атмосферном давлении при испарении одного литра воды образуется 1780 литров пара. В закрытых аппаратах это сопровождается резким повышением давления, а в открытых - вспениванием и выбросом нефтепродуктов.

Давление паров воды, развивающиеся в замкнутом объеме технологического аппарата при температуре выше 100<sup>0</sup>С, характеризуется следующими данными(табл. 1):

Таблица 1

Отношение температуры кипения воды к давлению паров

Температура кипения воды, <sup>0</sup> С	100	120	133	143	151	158	164	170	174	211	233	263
Давление паров воды, кг/см.кв.	0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	20,0	30,0	50,0

Поэтому, если в нагреваемом замкнутом аппарате будет находиться эмульсия (вода в нефтепродукте) с содержанием выше установленных норм, то резкое повышение температуры в аппарате будет приводить к авариям. Для предотвращения аварий и выбросов содержание воды в нефтепродуктах регламентируется. Так, например, содержание воды в котельных топливах-мазутах не должно превышать(табл. 2):

Таблица 2

Содержание воды топливах-мазутах

Марка мазута	Мазут флотский		Мазут топочный				Мазут мартеновский	
	Ф-5	Ф-12	40В	40	100В	100	МП	МПС
Содержание воды не более, % масс	0,3	0,3	0,3	1,5	0,3	1,5	1,0	1,0

Вода сверх допустимых норм в котельное топливо может попадать в процессе транспортных, сливо-наливных операций, подогреве острым паром, накапливаться в нижних слоях при отстаивании в резервуарах во время хранения.

Для нефтяного топлива, прошедшего водяные перевозки или слитого при подогреве острым паром, устанавливается норма по содержанию воды: для топочных мазутов 40В, 40, 100В, и 100 – не более 5%, для флотского мазута Ф-12 – не более 2%.

При пожарах нефтепродуктов в резервуарах содержащаяся вода может вызвать выброс горячего нефтепродукта через верх резервуара. Горение обводнённого вязкого нефтепродукта сопровождается характерными отличительными особенностями. Эти особенности состоят в том, что в резервуаре появляется характерный гул, интенсивность горения усиливается, а дымовые газы приобретают белёсые оттенки. Гул в резервуаре и вспенивание являются предвестниками выброса горящего обводнённого нефтепродукта.

Применение обводнённого котельного топлива в случае неисправности системы топливоподготовки может привести к авариям и взрывам котлов и технологических печей. Случаи взрывов котлов наблюдались на паросиловых установках морских судов и промышленных предприятий. Как взрывы котлов, так и выбросы из резервуаров нередко сопровождаются гибелью людей.

#### Определения количества воды в нефтепродукте.

Количественный метод определения воды в нефтепродукте заключается в перегонке образца с растворителем (бензином) и улавливании воды в ловушке прибора.

Пустую колбу взвешивают на технических весах с точностью 0,1г, наливают в неё исследуемый нефтепродукт в количестве 50-60 см<sup>3</sup> растворителя, помещают «кипелю» и собирают прибор по схеме. Накрывают

колбу стеклотканью и нагревают содержимое до кипения. Перегонку ведут так, чтобы с косо срезанного конца трубки холодильника в ловушку падало 2-4 капли в секунду. Перегонку прекращают, как только объём воды в ловушке не будет увеличиваться и верхний слой растворителя станет совершенно прозрачным. Если в трубке холодильника задержатся капельки сконденсировавшейся воды, то их сталкивают в ловушку проволокой через верхнее отверстие холодильника. Время перегонки не менее 30 и не более 60 минут. После того, как колба охладится, а растворитель и вода в ловушке примут температуру окружающего воздуха, прибор разбирают. Записывают объём воды, собравшийся в ловушке с точностью до одного деления. Производят подсчёт результатов.

Содержание воды в исследуемом продукте в массовых процентах (X) вычисляется по формуле:

$$X=(V*\rho/m)*100, \quad (1)$$

где V-объём воды, собравшейся в ловушке, см<sup>3</sup>;

$\rho$ - плотность воды при температуре окружающего воздуха в г/см<sup>3</sup> (принимается за 1 г/см<sup>3</sup>);

m - масса навески нефтепродукта, взятая для исследования, в г.

Обводнённый нефтепродукт представляет потенциальную опасность возникновения аварийных ситуаций в технологическом оборудовании и выброса горящего продукта из открытых емкостей для хранения. Взрывы и выбросы могут привести к гибели людей, быстрому распространению пожара на большие площади и большому материальному ущербу.

Результаты выполненной работы сведены в таблицу 3.

## Процентное содержание воды в нефтепродукте

% содержание воды в нефтепродукте	Температура, °С		
	Потрескивание	Вспенивание	Выброс
0,2	96,слабый треск	145,слабое вспенивание	Выброс не наблюдался
0,3	94,-//-	140,-//-	
0,5	93,-//-	138,-//-	
1,0	92,-//-	142,вспенивание	
1,5	96,-//-	136,-//-	
2,0	98,сильный треск	141,-//-	
3,0	96,-//-	140,-//-	
4,0	90,-//-	130,-//-	
		145	

По табличным данным построены графики:

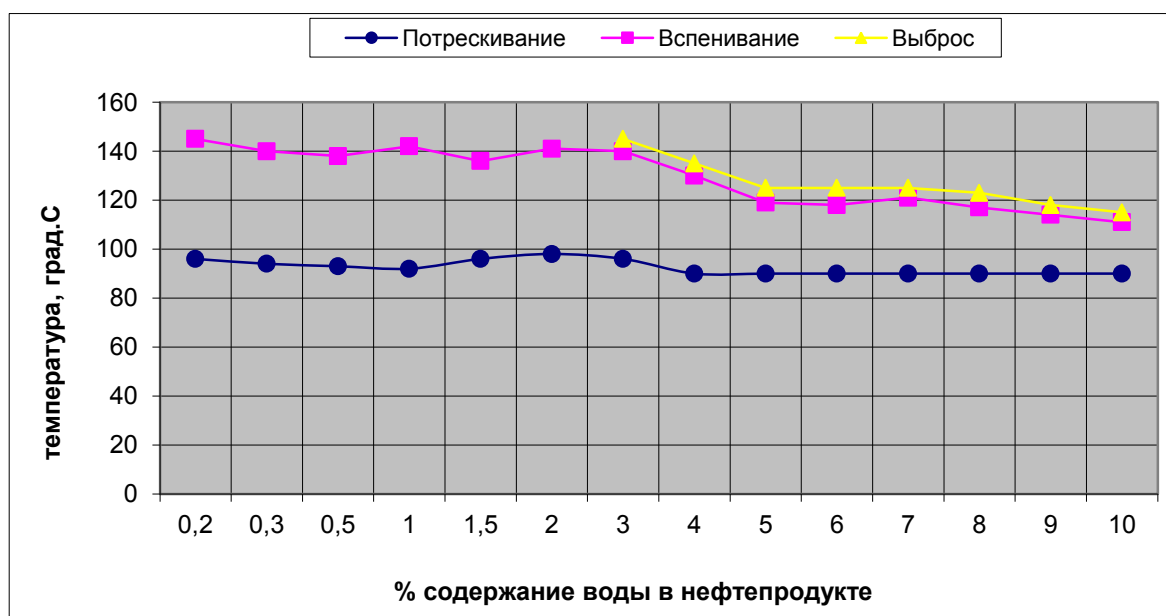


Рис.1 Зависимость температуры потрескивания, вспенивания и выброса от процентного содержания воды в нефтепродукте:

1. кривая зависимости температуры выброса;
2. кривая зависимости температуры вспенивания;
3. кривая зависимости температуры потрескивания.

Выводы:

Результаты экспериментальных исследований показали, что потрескивание начинается при температуре близкой к температуре кипения воды и процентное содержание воды в нефтепродукте на температуру потрескивания практически не влияет при содержании воды  $\leq 2\%$  сила звука незначительная.

В пробирке лабораторного прибора потрескивание прослушивалось при температурах 90-98<sup>0</sup>С. В условиях реального пожаров резервуаре потрескиванию соответствует гул. С повышением температуры гул усиливается, что является предвестником возможного выброса горящего нефтепродукта. Определяли температуру вспенивания в пробирке прибора. В начале нагревания обводнённого нефтепродукта наблюдается незначительное вспенивание, но с повышением температуры вспенивание увеличивается и примерно за 4-5 до температуры выброса становится максимальной. Противопожарное содержание воды до 2% - вспенивание незначительное, а при увеличении содержания воды вспенивание становится интенсивнее и температура вспенивания снижается.

Эксперименты показали, что выброс нефтепродукта происходит при температуре на 4-6 <sup>0</sup>С выше температуры вспенивания. Температура выброса снижается с увеличением процентного содержания воды в нефтепродукте.

В ходе экспериментов установлено, что при процентном содержании воды не менее 2% выброс не происходит. При содержании в стандартных топливах воды от 0,3 до 1,5% при реальном пожаре выброса может не быть. Однако необходимо учитывать, что выброс может произойти и после стабилизации горения, за счёт вскипания воды, скопившейся в нижней части резервуара.

#### Список источников

1. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами / В.П. Сучков [и др.]. М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1992. 100 с. 5. Тушение нефти и нефтепродуктов / И.Ф. Безродный [и др.]: пособие. М.: ВНИИПО, 1996. 216 с
2. Бунчук В. А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа: учебн.пособие/ В.А. Бунчук. - М.: Недра, 1977 - 366 с.
3. Константинов Н.Н, Тугунова П.И. Транспорт и хранение нефти и газа: учебн.пособие/ Н.Н. Константинов, П.И. Тугунова. - М.: Недра, 1975 — 248 с.
4. Земенков Ю.Д. Хранение нефти и нефтепродуктов: учебн. пособие/ Ю.Д. Земенков. – Тюмень.: 2001 - 550 с.
5. ГОСТ Р 52910-2008.Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия 6. ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.–М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 176с

**АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА НА ПРИМЕРЕ ООО «КРАСНОЛЕНИНСКИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ЗАВОД»**

**ANALYSIS OF FIRE SAFETY OF THE TANK FARM ON THE EXAMPLE OF LLC "KRASNOLENINSKIY REFINERY"**

*Мамедов А.Ш.*

*Mammedov A.S.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* Пожарная безопасность, технологический процесс, резервуарный парк, пожарная опасность, средства противопожарной защиты объекта, проверка соответствия источники зажигания, предотвращение пожара, организационно-технические мероприятия, безопасность проекта.

*Аннотация:* На основании проведенного анализа в работе отмечается, что Основными источниками зажигания, от которых возникает пожар на резервуарах и резервуарных парках, являются: огневые работы. Причины возникновения пожаров, в работе приведён комплексный анализ состояния пожарной безопасности.

*Abstract:* On the basis of the conducted analysis it is noted that the Main sources of ignition, from which there is a fire on tanks and tank parks are: fire work. The reasons for the occurrence of a fire, the paper presents a comprehensive analysis of the condition of fire safety.

Темпы развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслях продолжают расти. В период с 2014 по 2016 год прирост составил 1,4%, 1,3% и 1,0% соответственно [5].

Резервуарный парк - группа (группы) резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами - при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах и резервуарах, установленных в котлованах или выемках [3]. Резервуарные парки входят в технологические схемы сбора и подготовки нефти, магистральных нефтепродуктопроводов, нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), перевалочных и распределительных



нефтебаз. Они относятся к опасным производственным объектам и это связано с рядом причин, наиболее характерными из них являются:

- высокая пожаровзрывоопасность хранимым продуктом;
- крупные размеры конструкций и связанная с этим протяженность сварных швов, которые трудно проконтролировать по всей длине;
- несовершенство геометрической формы, неравномерные просадки оснований;
- большие перемещения стенки, особенно в зонах геометрических искажений проектной формы;
- высокая скорость коррозионных повреждений;
- малоцикловая усталость отдельных зон стенки конструкции;
- сложный характер нагруженные конструкции в зоне упорного шва в сочетании с практическим отсутствием контроля сплошности этих сварных соединений.

Основными источниками зажигания, от которых возникает пожар на резервуарах и резервуарных парках, являются: огневые работы (23%), короткое замыкание электрооборудования (14,7%), разряды статического электричества (9,7%), проявления атмосферного электричества (9,2%), другие источники (1,2%). Большая часть всех пожаров на резервуарах (42,2%) происходит при ремонте и очистке, от самовозгорания пиррофорных отложений, при неосторожном обращении с огнем, поджогах и других источников зажигания (см. рисунок 1).

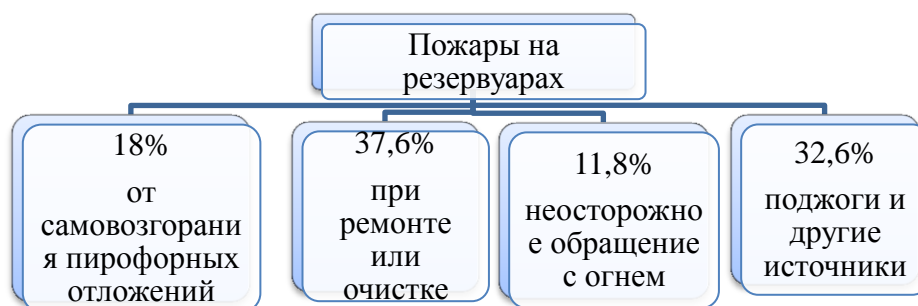


Рис. 1. Пожары на резервуарах

Примерно половина всех пожаров происходит на работающих резервуарах (63%), которые можно разделить на две группы: пожары без нарушения (44%) и с нарушением технологии (19%) [6].

Крупные аварии и сопровождающие их пожары и взрывы в резервуарах в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости или углеводородного газа [1], возникающих в основном по следующим причинам (см. рисунок 2): нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности (33%); некачественный монтаж и ремонт оборудования (22%); некачественная молниезащита (13%); нарушение правил технологического регламента (11%); недостаточно качественные сальниковые уплотнения и фланцевые соединения (11%); износ оборудования (8%); прочие (2%) [5].



Рис.2 Причины пожаров и взрывов в резервуарах

Пожары в резервуарах характеризуются большой скоростью распространения огня, высоким теплоизлучением пламени, и, как правило, сопровождаются взрывом газовой среды, находящейся под крышей резервуара, с последующим полным или частичным разрушением крыши резервуара и появлением устойчивого горения жидкости на всей свободной поверхности. Источниками воспламенения газовой смеси являются (см. рисунок 3): нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования (36,8%); открытый огонь печей (22,8%); электрические искры неисправного оборудования (8,9%); открытый огонь газосварочных работ (8,8%); повышение температуры при трении (7,6%); самовоспламенение продуктов (7,5%); прочие источники (7,6%) [2].

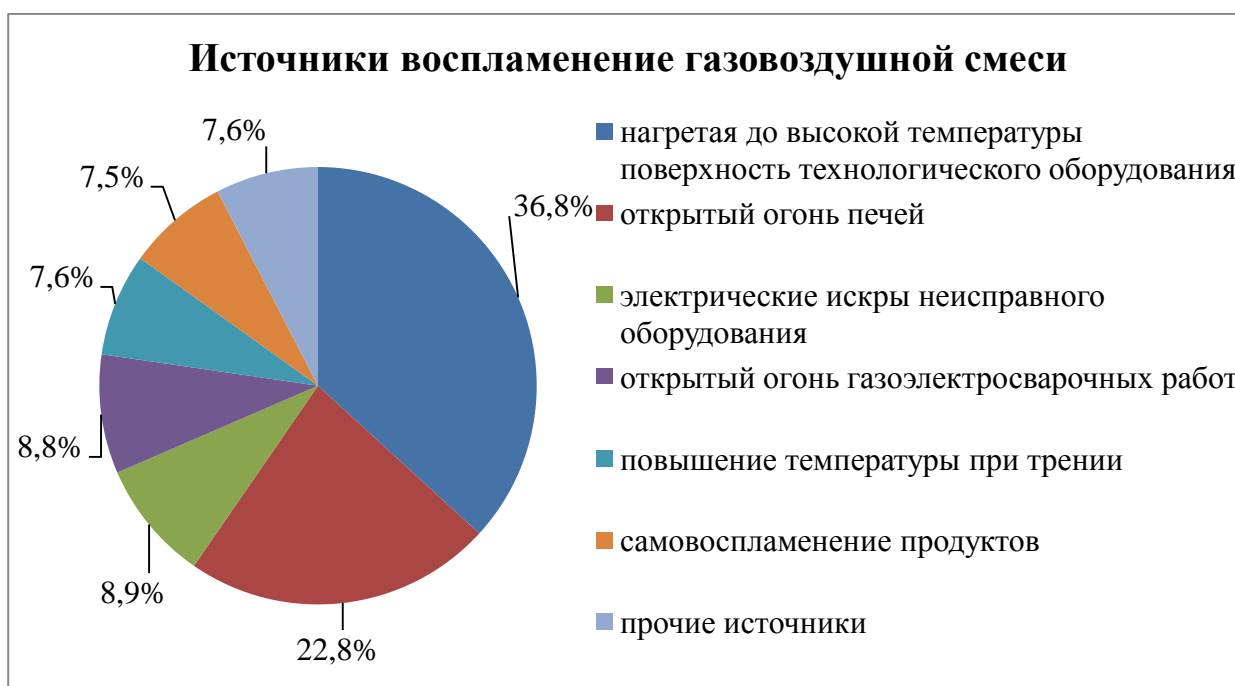


Рис. 3 Источники воспламенения газовой смеси

Существует обширный комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности резервуарных парков, но пожары согласно статистическим данным все еще не редкость.

С каждым годом объем добычи и переработки нефти увеличивается вместе с объемом резервуарных парков. В связи с этим пожарная опасность данных объектов обуславливается тем, что на сравнительно небольших площадях сосредотачивается значительное количество пожароопасных жидкостей, исчисляемой парой сотнями тысяч тонн.

В настоящее время пожарная безопасность резервуаров и резервуарных парков обострилась в связи с рядом обстоятельств, 70-90% эксплуатируемых резервуарных парков превысили нормативный срок эксплуатации (20 лет). Во-вторых, стоимость нефтепродуктов за рубежом увеличилась в десять раз. Данные обстоятельства свидетельствуют о том, что пожар может привести к экономическим потерям, к загрязнению окружающей среды и к многочисленным человеческим жертвам. Поэтому необходимо обеспечить пожарную безопасность объектов нефти и нефтепродуктов.

В Ханты-Мансийском автономном округе-Югра добывается почти 60% российской нефти. По объемам добычи этого сырья округ уверенно опережает таких крупных производителей нефти, как Китай, Мексика, Норвегия, Великобритания и Канада, и обеспечивает около 7% её мировой добычи.

По статистике за 2013 год в ХМАО-Югра произошло 2095 пожаров. По всем объектам и отраслям в нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности средняя частота пожаров составляет 12 пожаров в год. В период с 2013 по 2016 года из всех пожаров нефтегазовой отрасли в Ханты-Мансийском автономном округе-Югра 10% пожаров произошло в нефтегазовой компании «Роснефть», на нефтебазах - 40%, и на НПЗ - 30%. Это значительно меньше по сравнению со статистикой пожаров на этих объектах за первое полугодие 2014 года (соответственно 20%, 20% и 10%).

Проанализировав данные сведения можно сделать вывод, что пожарная опасность резервуарного парка является актуальной.

Решением проблемы пожарной защиты резервуарных парков возможно при совершенствовании мер пожарной безопасности при его проектировании и эксплуатации; оценке и анализе, хранимых нефтепродуктов; внедрении современных методов, исключающих или ограничивающих при хранении потери от испарения нефтепродуктов и образования взрывоопасных концентраций; создании надежной молниезащиты; обеспечению достаточных противопожарных разрывов, устройству ограждений, препятствующих растеканию жидкости; прогнозирование возможных мест аварий и разработке мероприятий по снижению негативных последствий.

#### Список источников

- 1.Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ
- 2.Постановление правительства РФ № 390 «Правила противопожарного режима» от 25.04.2012 г.
- 3.НПБ 254-99 Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС РОССИИ.
- 4.СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные требования - М.: Госстрой, 1993.
- 5.Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1972. - 340 с.
- 6.БаратовА.Н.,КаральченкоА.Я., Кравчук Г.Н. и др. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник: в 2 ч. - М.: Химия, 1990. - 496 и 384 с

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕЙ  
СРЕДЫ ВНУТРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ  
НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЕ**

**FORECASTING THE POSSIBLE FORMATION OF A COMBUSTIBLE  
ENVIRONMENT INSIDE THE PROCESS EQUIPMENT DURING NORMAL  
OPERATION**

*Мамедов А.Ш.*

*Mammedov A.S.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* прогнозирование, пожар взрывоопасность, горюче вещества, резервуар, солнечная радиация.

*Аннотация:* В статье рассматривает взрыва пожар опасность резервуаров и оценка горючести паровоздушной среды в газовом пространстве резервуаров по температурным пределам воспламенения соответствие приведен математический расчет бензина, керосина, и дизтоплива по результатам этих расчетов построена графики зависимости концентрации паров бензина, дизельного топлива и керосина от температуры.

*Abstract:* the article examines the explosion, the fire, the danger tanks and evaluation of the combustibility of the vapor environment in the gas space of tanks on the temperature limits for ignition of compliance with the mathematical calculation of gasoline, kerosene, and diesel fuel at the results of these calculations the curves of dependence of concentration of steams of gasoline, diesel fuel and kerosene temperature.

Применяемые в различных технологиях аппараты и трубопроводы с пожаровзрывоопасными веществами при определенных условиях могут явиться местом возникновения пожара или взрыва. Для выявления возможности возникновения горения внутри технологического оборудования необходимо, прежде всего, прогнозировать возможность образования в нем горючей среды. Под горючей средой понимается смесь горючего вещества с окислителем в таких соотношениях, при которых возможно возникновение и дальнейшее развитие горения.

Для прогнозирования возможности образования горючей среды внутри технологического оборудования необходимо знать основные

режимные параметры: рабочую температуру, давление, концентрацию, наличие свободного объема над зеркалом жидкости. Кроме того, аппараты, в которых обращаются вещества различного агрегатного состояния, имеют свои особенности, которые влияют на условия образования горючей среды внутри них.

Для резервуаров с нефтепродуктом выбор методики будет зависеть от насыщенности горючей паровоздушной смесью свободного не занятого жидкостью пространства, что зависит от условий хранения. При неподвижном хранении нефтепродукта в РВС длительное время, газовое пространство постепенно насыщается его парами, и концентрация выходит из области воспламенения. На процесс насыщения влияют:

- устройства, препятствующие испарению жидкости с поверхности нефтепродукта (понтонны, плавающие крыши и так далее);

- устройства, влияющие на доступ атмосферного воздуха в газовое пространство (диски - отражатели, дыхательная арматура);

- температура нефтепродукта;

- воздействия, оказываемые снаружи (температура воздуха, солнечная радиация, погодные условия).

Таким образом, если концентрация паров в газовом пространстве достигает состояния насыщения, горючесть паровоздушной среды оценивается по температурным пределам воспламенения, следующим соотношением:

$$t_{нтпмп} - 10^{\circ}\text{C} < t_p < t_{втпмп} + 15^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

где  $t_p$  - расчетная температура жидкости,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{нтпрп}, t_{втпрп}$  - соответственно нижний и верхний температурные пределы воспламенения согласно [1], °С.

Таблица 1.

Оценка горючести паровоздушной среды в газовом пространстве резервуаров по температурным пределам воспламенения

Вид нефтепродукта	Наличие паровоздушного пространства	Температура, °С					Наличие ВОК	
		$t_{расч}$	$t_{нтпрп}$	$t_{втпрп}$	$t_{нтпрп}-10$	$t_{втпрп}+15$		
летом	Бензин	Есть	34	-37	10	-47	25	Нет
	Диз. топливо	Есть	34	54	98	54	113	Нет
	Керосин	Есть	34	35	75	25	90	Есть
Зимой	Бензин	Есть	-33	-37	10	-47	25	Есть
	Диз. топливо	Есть	-33	54	98	54	113	Нет
	Керосин	Есть	-33	35	75	25	90	Нет

Таким образом, сопоставив значения безопасных температурных пределов распространения пламени с расчетной температурой для каждого времени года и типа нефтепродукта из таблицы 1, данная методика оценки горючести среды по температурным пределам воспламенения говорит о том, что резервуары с бензином опасны зимой, с керосином летом, а с дизельным топливом безопасно в любое время.

Для более качественной оценки горючести среды внутри резервуаров без выхода паров наружу проверим условия пожар взрывобезопасности согласно ГОСТ 12.1.044 [5], которые зависят от нижнего  $\varphi_n$  и верхнего  $\varphi_v$  концентрационных пределов распространения пламени, имеющие следующий вид:

$$\varphi_{р.без} \ll 0,9 \cdot \varphi_{нкпрп} - 0,7R \quad \text{при } R = 0,3\% \quad (2)$$

или

$$\varphi_{р.без} \gg 1,1 \cdot \varphi_{вкпрп} + 0,7R \quad \text{при } R = 0,6\% \quad (3)$$

где  $\varphi_{нкпрп}, \varphi_{вкпрп}$  - соответственно нижний и верхний концентрационные пределы распространения пламени при рабочей температуре, об.доли, кг/м<sup>3</sup>;



$\varphi_{p.без}$  - взрывобезопасная концентрация горючего вещества в паровоздушной смеси, %, об. доли;

R - во производительность метода определения показателей пожарной опасности при доверительной вероятности 95 %.

Рабочую концентрацию паров рассчитаем по формуле:

$$\varphi_p = \varphi_s = \frac{P_s}{P_p} \cdot 100 \quad (4)$$

где  $\varphi_p$  - рабочая концентрация паров, Па;

$P_p$  - рабочее давление паровоздушной смеси в резервуаре равное барометрическому  $P_{бар} = 10^5$  Па при нормальных физических условиях равное в данном случае атмосферному, Па;

$P_s$  - давление насыщенных паров при рабочей температуре, Па.

Величину  $P_s$  можно определить по уравнению Антуана:

$$P_s = 133,322 \cdot 10^{A - \frac{B}{t_p + C_A}} \quad (5)$$

где A, B и  $C_A$  - константы, зависящие от свойств горючей жидкости, приведены в справочной литературе [25]:

- для бензина: A = 4,99831; B = 664,976;  $C_A = 221,695$ ;
- для дизельного топлива: A = 5,95338; B = 1255,73;  $C_A = 199,523$ ;
- для керосина: A = 4,82177; B = 1211,73;  $C_A = 194,677$ .

Отсюда найдем  $P_s$  по формуле (5) и потом определим  $\varphi_p$  по формуле (4) в зависимости от температуры с интервалом в  $10^{\circ}\text{C}$  для бензина, дизельного топлива и керосина, полученные результаты сведем в таблицу 2.3. Интервал рабочих температур  $t_p$  примем за температуру окружающего воздуха от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Выполним ход действий математических вычислений на примере бензина для температуры  $40^{\circ}\text{C}$ :

$$P_s = 133,322 \cdot 10^{A - \frac{B}{C_A + t_p}} = 133,322 \cdot 10^{4,99831 - \frac{664,976}{221,695 + 40}} = 5093 \text{ Па}$$

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p} = \frac{5093}{10^5} \cdot 100\% = 5,1\% \text{ (или 0,051 об. доли)}$$

Таблица 2.

Сводные данные расчета концентрации паров бензина, дизельного топлива и керосина

t <sub>p</sub> , °C	Бензин		Дизельное топливо		Авиационный керосин	
	P <sub>s</sub> , Па	φ <sub>p</sub> , %	P <sub>s</sub> , Па	φ <sub>p</sub> , %	P <sub>s</sub> , Па	φ <sub>p</sub> , %
-50	1779,1	1,8	0,5	0,0005	0,04	0,00004
-40	2906,5	2,9	1,6	0,002	0,1	0,0001
-30	4511,1	4,5	4,7	0,005	0,4	0,0004
-20	6703,1	6,7	12,1	0,01	1,0	0,001
-10	9594,3	9,6	28,3	0,03	2,4	0,002
0	13295,5	13,3	60,9	0,06	5,3	0,005
10	17912,8	17,9	121,6	0,1	10,6	0,01
20	23545,6	23,5	228,0	0,2	20,1	0,02
30	30284,5	30,3	404,8	0,4	35,8	0,04
40	38210,0	38,2	684,9	0,7	60,7	0,06
50	47391,7	47,4	1111,1	1,1	98,7	0,1

Произведем расчет безопасных концентраций φ<sub>р.без</sub> для данных нефтепродуктов по формулам (2) и (3):

Бензин:

$$\varphi_{р.без} \ll 0,9 \cdot \varphi_{нкпрп} - 0,21 \ll 0,9 \cdot 0,76 - 0,21 \ll 0,495\%$$

$$\text{или} \ll 0,00495 \text{ об. доли}$$

$$\varphi_{р.без} \gg 1,1 \cdot \varphi_{вкпрп} + 0,42 \gg 1,1 \cdot 6,03 + 0,42 \gg 7,095\%$$

$$\text{или} \gg 0,07095 \text{ об. доли}$$

Дизельное топливо:

$$\varphi_{р.без} \ll 0,9 \cdot \varphi_{нкпрп} - 0,21 \ll 0,9 \cdot 0,6 - 0,21 \ll 0,351\%$$

$$\text{или} \ll 0,00351 \text{ об. доли}$$

По результатам расчетов построим графики зависимости концентрации паров бензина, дизельного топлива и керосина от температуры (см. рис.1 и 2).

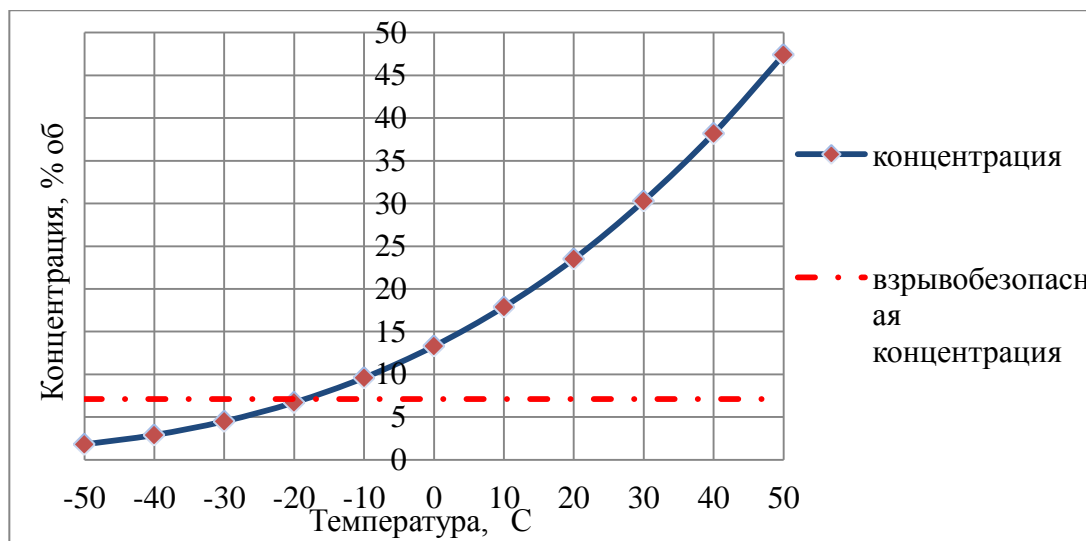


Рис. 1 Зависимость концентрации паров бензина от температуры

Сопоставив полученные значения концентраций паров бензина со значениями безопасных концентраций горючего вещества по таблице 1 и графику зависимости рисунка 1 можно сделать вывод, что условие пожаровзрывобезопасности не будет выполнено при температуре окружающего воздуха (нефтепродукта) от  $-19^{\circ}\text{C}$  и ниже. Такие температуры наиболее характерны для Ханты-Мансийского автономного округа-Югра в период с начала ноября по середины марта.

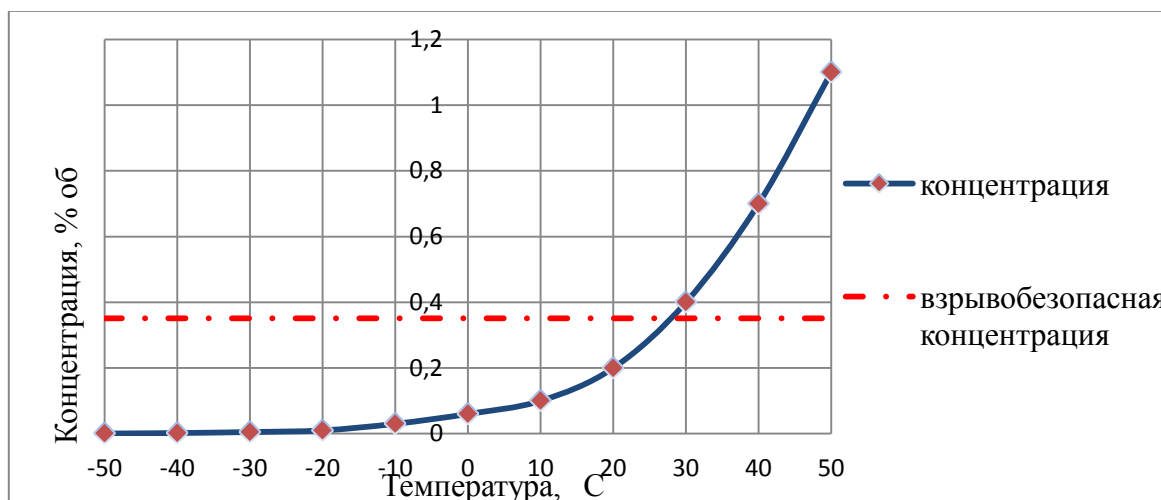


Рис. 2 Зависимость концентрации паров дизельного топлива от температуры

Сравнивая полученные значения концентрации паров дизельного топлива со значением взрывобезопасной концентрации, где  $\varphi_{p,без} \leq 0,351\%$ , и построив графическую зависимость (см. рисунок 2) можно сделать вывод, что для дизельного топлива условие пожар взрывоопасности не будет выполняться при температуре окружающего воздуха (нефтепродукта) от  $+28^{\circ}\text{C}$  и выше, что характерно для Ханты-Мансийского округа-Югра в период с 20июня по 15 августа.

#### Список источников

1. Касаткин А. Г. Процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1971. Пособие по применению НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности» при рассмотрении проектно-сметной документации (прил.3)
2. Кондрашова О.Г., Назарова М.Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтегазовое дело, 2004.
3. Коршак А.А., Блинов И.Г., Новоселов В.Ф. Системы улавливания легких фракций нефти и нефтепродуктов из резервуаров: Учебное пособие - Уфа: Изд. Уфим.нефт.институт, 1991.
4. Марчук Г.И. Методы математического моделирования в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982 - 317 с.
5. Федоров А.В. Автоматизированный контроль взрывопожароопасности и экологической напряженности воздушной среды объектов топливно-энергетического комплекса Тез.докл. 3-й междунар. конф. «Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях». М.:Институт проблем управления, 1995. С. 143-145.
6. Федоров А.В. Прогнозирование и моделирование развития аварийных ситуаций, связанных с загазованностью воздушной среды промышленных объектов // Тез. докл. 3-й междунар. конф. «Проблемы управления»

УДК 614.841.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ  
СРЕДУ ПРИ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ  
ЗАЖИГАНИЯ**

**MEASURES TO REDUCE EMISSIONS INTO THE ENVIRONMENT WITH  
POTENTIAL IGNITION SOURCES**

*Мамедов А.Ш.*

*Mammedov A.S.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* источник зажигания, резервуарный парк, молния защита.

*Аннотация:* в статье приведены источники зажигания характерных для резервуарных парков, а также приведен ряд мероприятий по снижению выбросов в окружающую среду при возможности появления источников зажигания.

*Abstract:* the article provides sources of ignition characteristic of the tank farms, and includes a series of activities to reduce emissions into the environment with potential ignition sources.

Источники зажигания, характерные для резервуаров и резервуарных парков, а также для других объектов на предприятиях транспорта и хранения нефти, по природе происхождения можно условно разделить на естественные, производственные и огневые.

Происхождение естественных источников не зависит от людей и не связано с ведением технологических процессов (например, прямые удары молнии и вторичное проявление атмосферного электричества). Происхождение производственных источников связано с работой технологического оборудования - резервуаров и действиями людей по ведению технологических процессов. К ним относятся нарушение эксплуатации в электроустановках, статическое электричество, самовозгорание пирофоров, механические искры. К огненным источникам могут быть отнесены непрерывно действующие технологические огневые устройства (факелы, огневые подогреватели), временные огневые работы

(сварка, резка), неосторожное обращение с огнем (курение, костры), умышленный поджог, пожар или взрыв на соседнем сооружении.

По месту возникновения и опасного проявления источники зажигания можно разделить на внутренние и внешние, где место опасного проявления - место поджигания горючей смеси.

Первичные (прямые удары) и вторичные (электростатическая и электромагнитная индукции) проявления атмосферного электричества наиболее распространенные причины пожаров в резервуарах и резервуарных парках с нефтепродуктами, так как обладают чрезвычайно мощным источником зажигания способным поджечь горючие смеси как с наружи, так и внутри резервуара. Опасность поражения прямыми ударами молний резервуаров определяется:

- возможностью проплавления молнией металлических поверхностей (согласно расчетам и лабораторным экспериментам В.С.Комелькова [18] металлический лист толщиной 4 мм расплавится менее чем за 2 с);

- перегревом внутренних стенок этих поверхностей до температуры самовоспламенения или воспламенение нефтепродуктов непосредственно от канала молнии (температура выше 200000С) за пределами резервуара.

Пожары от ударов молнии возникали преимущественно при отсутствии молниезащиты или при наличии серьезных нарушений норм и правил при проектировании и эксплуатации защиты от молний.

Возможность возникновения пожаров от электроустановок возросла с внедрением в управлении технологическими процессами, для повышения производительности труда и исключение опасных ручных операций, механизации и автоматизации (электрозадвижки, дистанционные уровнемеры с установкой вторичных приборов операторных и др.).

Примеры загорания от электроустановок резервуаров и резервуарных парков сводится к трем основным профилактическим задачам.

Изготовление и применение взрывозащищенного электрооборудования (магнитных пускателей, распределительных шкафов и шкафов управления) для размещения его в пределах пожар взрывоопасных зон.

Размещение электрооборудования нормального исполнения на безопасных расстояниях от резервуаров.

Размещение электрооборудования нормального исполнения вблизи резервуаров в пределах наружных опасных зон с созданием дополнительных преград, исключающих контакт горючих паров и газов.

Так же источником зажигания может стать статическое электричество. В резервуарах со стационарной крышей опасные заряды статики возникают при технологических операциях наполнения резервуаров обезвоженной нефтью и фракционированными светлыми нефтепродуктами, а также при операциях компаундирования нефтепродуктов с применением легких углеводородных фракций и сжиженных газов. При смещении нефтепродуктов в резервуарах с конической крышей или плавающей на опорах избежать статического электричества возможно:

- при отсутствии в резервуаре воды и водных растворов;
- производить наполнение резервуара под слой жидкости, избегать турбулентности потока;
- не допускать образования воздушных и паровых пробок в продуктовых трубопроводах.

Накопление статического потенциала исключается устройствами заземления. Явления накопления статики возникает при открытии поверхности нефтепродукта, когда его уровень ниже уровня опускания понтона или плавающей крыши. Предотвратить опасный разряд в этом случае помогает применение не металлического понтона и опорожнение резервуара не ниже глубины опускания крыши.

Самовозгорание пиррофов является одним из характерных источников зажигания. Сернистые соединения железа образуются в результате химического взаимодействия сероводорода или свободной серы со стальными стенками резервуаров. Наиболее активным по склонности к самовозгораниям является закисный сульфид железа. Окисление сульфидов начинается с того, что подсыхающая поверхность соприкасается с кислородом воздуха, при этом температура постепенно повышается, появляется голубой дымок, а затем небольшое синее пламя. В результате этого отложения способны разогреться до температуры 600 - 7000С, этого достаточно для воспламенения горючей смеси в газовом пространстве резервуара. Опасность образования и самовозгорания сернистого железа можно снизить путем: очистки нефти от сероводорода, систематической очистки оборудования от сернистых отложений, постепенного окисления образовавшихся в аппарате самовозгорающихся отложений. Огневые источники в резервуарах связаны с наличием паровоздушной смеси являющейся пожар взрывоопасной. Подготовительный период перед огневыми работами направлен на исключение образования горючей среды или ее снижение путем флегматизации паровоздушной смеси внутри резервуара инертным газом, снижение концентрации кислорода до максимально допустимой.

Проведение работ по замеру уровня и отбору проб может вызвать механические искры, оценку зажигательной способности которых произведем расчетом.

Анализ пожарной опасности показал, что предотвращение образования горючей паровоздушной среды в его внутреннем пространстве имеет решающее значение. Легкие фракции углеводородов - основная причина технологических потерь ценного сырья и вредных выбросов в окружающую атмосферу. По оценкам отечественных специалистов, в



России только за год потери бензина от испарения на нефтебазах составляют более 100 тыс. тонн.

Проведем сравнительную характеристику организационно-технических решений по снижению выбросов в окружающую среду (см. таблицу1) [1].

Таблица 1

Сравнительная эффективность организационно-технических решений по снижению выбросов в окружающую среду

Мероприятия	Эффективность применения, %
Плавающие крыши и понтоны	70...95
Газоуравнительные системы	60...90
Сорбционные системы	90...96
Компрессионные системы	до 98

Доля резервуаров с ПК и понтонами в нашей стране составляет приблизительно 20% [2] однако они являются одними из самых распространенных средств для сокращения потерь от испарений. По статистике доля пожаров на резервуарах хранения нефти и нефтепродуктов со стационарными крышами составляет 78%, с плавающими крышами - 16%, а с понтонами всего 6%.



Рис.1 Доля пожаров на резервуарах хранения нефти и нефтепродуктов

Как видно из рисунка 1, наименьшую опасность представляют резервуары с применением понтонов.

Принципиальная схема компоновки понтона приведена на рисунке 2. Каркас понтона образуют балки с прикрепленными к ним поплавками, обеспечивающими плавучесть - не менее чем двойной собственный вес. Каркас понтона покрыт настилом из алюминиевых сплавов. Понтон оборудуется необходимыми узлами под оборудование в резервуаре (такие как, как кожухи направляющих, уровнемеры и т.п.). Конструкция понтона позволяет строить понтон на стационарной опоре, на плавающих стойках и на плавающих стойках переменной высоты.

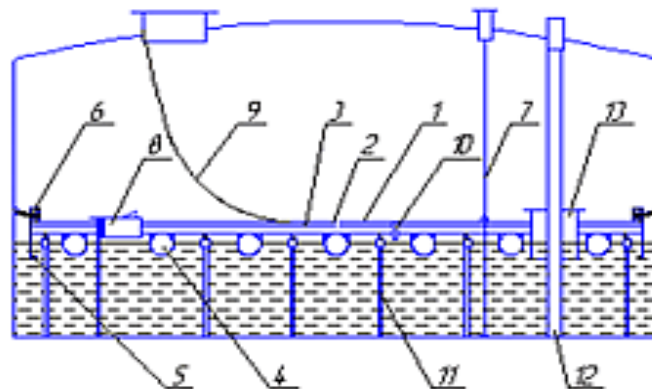


Рис. 2 - Схема резервуара с понтоном для хранения нефти и нефтепродуктов:  
 1 - настил; 2 - верхняя балка; 3 - нижняя балка; 4 - поплавок; 5 - периферийная юбка; 6 - периферийный затвор; 7 - противоповоротное устройство; 8 - люк-лаз; 9 - кабель заземления; 10 - дренажное устройство; 11 - стационарная опора; 12 - направляющая резервуара; 13 - затвор направляющей.

Для резервуарного парка ООО «КНПЗ» будет целесообразно в резервуары с бензином установить алюминиевый понтон «AluminiumTrevisanCometal» («АТК»). В отличие от всех известных понтонов других производителей, он исключает возникновение газового пространства между хранимым нефтепродуктом и ковром понтона, в связи с этим является более эффективным, а так же:

- сокращает потери нефти и нефтепродуктов при хранении в вертикальных цилиндрических резервуарах;
- сохраняет качество хранимого продукта;

- повышает пожарную безопасность при эксплуатации резервуара;
- снижает вредное воздействие на окружающую среду.

Понтон «АТК» предполагает и другие преимущества:

- все детали понтона подаются в резервуар через стационарный люк - лаз первого пояса и монтируются вручную;
- монтаж понтона производится в четко определенные сроки, независимо от времени года и климатических условий и может составлять 3-4 дня;
- не требуется антикоррозионная защита понтона;
- специальные устройства, установленные на понтоне обеспечивают 100% герметичность на уплотнениях тросовых направляющих и плавающих стоек;
- съемный, легко заменяемый затвор понтона по направляющим стойкам и у стенки резервуара;
- уменьшение количества опорных стоек в 2 раза от существующих аналогов, за счет увеличения жесткости ковра понтона;
- сборка ковра понтона производится без применения метизов и сварочных материалов (крепление фрагментов ковра понтона друг с другом без применения болтовых соединений);
- применение специальных замковых конструкций обеспечивает 100% герметичность и жесткость ковра понтона;
- замена шаровых кранов сниженного пробоотборника без аварийного вывода резервуара из эксплуатации.

Главным показателем эффективности любой конструкции понтона является степень герметизации зазора между понтоном и стенкой резервуара и вокруг направляющих стоек, что зависит от конструкции уплотняющего затвора. Здесь вопрос уплотнения связан со смещением понтона по горизонтали, при котором затвор должен обеспечить

сохранность уплотнителя. Патентов на конструкцию уплотняющих затворов существует сотни, а используются на практике всего около 10. Одним из отечественных видов затворов является мягкий уплотняющий затвор ЗУПР для РВС с металлическим понтоном. Он изготовлен из тонкого эластичного непроницаемого бензостойкого и морозостойкого материала повышенной прочности. Внутри оболочки находится эластичный материал, упругость которого достаточна для восстановления первоначальной формы затвора после снятия нагрузки, деформирующей его. Собственная плавучесть затвора позволяет исключить образование газового пространства под ним.

#### Список источников

1. Федеральное закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ
2. НПБ 254-99 Огнепреградители и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС РОССИИ.
3. ПБ 09-560-03 Правила промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов.
4. Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств - М.: ВИПТШ МВД СССР, 1972. - 340 с.
5. Волков О.М., Проскуряков Г.А. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов - М.: Недра, 1981. - 256 с.
6. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами - М.: Недра, 1984. - 151 с.
7. Марчук Г.И. Методы математического моделирования в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982 - 317 с.
8. Федоров А.В. Прогнозирование и моделирование развития аварийных ситуаций, связанных с загазованностью воздушной среды промышленных объектов // Тез. докл. 3-й междунар. конф. «Проблемы управления»

**ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРЫВООПАСНОЙ  
КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ОБЪЁМЕ ПОМЕЩЕНИЯ**

**THE POSSIBILITY OF FORMATION OF EXPLOSIVE CONCENTRATION  
OF DUST IN THE VOLUME SPACE**

*Мамедов А.Ш.  
Mammedov A.S.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* взрывапожароопасность, пылевые отходы, аэровзвеси, пылеуборочная станция.

*Аннотация:* В статье приведены анализы о возможности образования взрывоопасной концентрации пыли в объёме помещения технологического оборудования и строительных конструкции, количество накопления пыли удаляемого из помещения системой аспирации за смену, произведен математический расчет.

*Abstract:* In the article are the analyses about the possibility of formation of explosive concentration of dust in the volume space of the process equipment and building structures, the amount of dust accumulation removed from the premises aspiration system for the change produced by mathematical calculation

Как показывает анализ приводимых в литературе данных, до 93,8% промышленных взрывов происходит в технологическом оборудовании, вентиляционных камерах и системах, фильтровальных камерах. В 28% случаев происходят повторные взрывы в объёме помещения. При этом в процессе участвуют, как правило, продукты как выброшенные в помещение из технологического оборудования, так и продукты, находящиеся в виде пылевых отложений на полу, оборудовании, технологических и строительных конструкциях. Первичный импульс переводит во взвешенное состояние отложившуюся в помещении пыль, после чего происходит вторичный, более мощный взрыв. При нормальном режиме работы концентрация пыли, находящейся во взвешенном состоянии в объёме помещения, не достигает значения НКПР, в связи с тем, что в помещении

работают люди. Предельно допустимая концентрация пыли составляет  $6 \text{ мг/м}^3$ , а НКПР составляет  $47,18 \text{ г/м}^3$  (до  $65 \text{ г/м}^3$ )

Для обеспечения взрывопожарной безопасности не достаточно работы вентиляционных систем, удаляющих пылевые отходы. Определённое количество пыли постепенно накапливается в помещении цеха в виде пылевых отложений на полу, оборудовании, технологических и строительных конструкциях и в аварийных условиях может привести к образованию в объёме цеха аэрозвеси с концентрацией пылевоздушной смеси выше нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Для изучения возможности образования взрывопожароопасной концентрации пыли в объёме помещения, прежде всего, необходимо выяснить, какое максимальное количество пыли может скапливаться в помещении. В процессе шлифовки деталей мебели при нормальной работе технологического оборудования происходит непрерывное накопление пыли вследствие недостаточно эффективной работы системы аспирации, не герметичности оборудования, применения ручного труда.

С целью создания физической модели пыленакопления. были сделаны следующие допущения:

- количество пыли, которое скапливается за пылеуборочный цикл, постоянно и равно  $6 \text{ см}$ , которое определяется для максимальной загрузки рабочих мест;
- текущие уборочные работы проводятся через одинаковые промежутки времени;
- качество проведения уборочных работ постоянно и характеризуется коэффициентом качества уборочных работ (далее КУБ).

Зависимость коэффициента качества уборочных работ от вида уборки представлена в таблице 1.

Таблица 5.1.  
Зависимость коэффициента качества уборочных работ от вида уборки

№ п/п	Вид уборки	Коэффициент качества уборочных работ (КУБ)
1	2	3
1.	Сухая	0,60
2.	Мокрая	0,70
3.	Механизированная с помощью передвижных пылеуборочных напольных средств	0,80
4.	Централизованная пневматическая с помощью стационарных пылеотсасывающих аппаратов	0,92

Так как текущие уборочные работы проводятся по окончании каждой рабочей смены, то:

$$\text{КУБ} = \frac{G_{\text{уб.}}}{G_{\text{см.}}}; \quad (1)$$

где  $G_{\text{уб.}}$  – количество убранной в процессе уборки пыли, г;

$G_{\text{см.}}$  – количество пыли, скопившейся в помещении за период между уборками, г.

Обозначим количество пыли, которая остаётся в помещении после первой уборки через  $G_1$ , тогда количество пыли в помещении после первой уборки составит:

$$G_1 = G_{\text{см.}} \cdot (1 - \text{КУБ}); \quad (2)$$

Количество пыли перед  $i$ -той уборкой составит:

$$G_i = G_{\text{см.}} + G_{\text{см.}} \cdot (1 - \text{КУБ}) + G_{\text{см.}} \cdot (1 - \text{КУБ})^2 + \dots + G_{\text{см.}} \cdot (1 - \text{КУБ})^{n-1}; \quad (3)$$

Преобразовав, получим формулу позволяющую определить количество пыли, отложившейся в помещении в период между генеральными уборками

(когда убирается практически вся пыль), то есть максимальное количество пыли, отложившейся в помещении:

$$G = \frac{G_{см.} \cdot \left( - (1 - КУБ)^n \right)}{КУБ}, \quad (4)$$

где:  $n$  – количество циклов пыленакопления до генеральной уборки.

В формуле (4) неизвестной величиной является  $G_{см.}$ , которую можно определить как разность между количеством пыли выделяемой оборудованием за смену и количеством пыли, удаляемой за пределы помещения системой аспирации:

$$G_{см.} = G_{об.} - G_{уд.}; \quad (5)$$

где:  $G_{об.}$  – количество пыли, выделяемое оборудованием за одну рабочую смену, кг.

Количество пыли, выделяемой оборудованием за смену, можно определить по формуле:

$$G_{об.} = \sum_{t=1}^N \left( \frac{G_{об.}^t \cdot m_i}{100} \right) \cdot t_p; \quad (6)$$

где:  $G_{об.}^t$  – количество отходов от оборудования в час, кг/ч;

$m_i$  – доля пыли в отходах, %;

$N$  – количество единиц оборудования в помещении.

$t_p$  – время работы оборудования в течение рабочей смены, ч (5,5 часов при 8 часовой рабочей смене);

Подставив численные значения в формулу (5.6.) получим:

$$G_{об.} = \left( \frac{2,6 \cdot 95}{100} + \frac{2,0 \cdot 95}{100} + \frac{2,0 \cdot 95}{100} + \frac{2,6 \cdot 95}{100} + \frac{2,6 \cdot 95}{100} + \frac{2,6 \cdot 95}{100} + \right) \cdot 5,5 = 75,24 \text{ кг}$$

Количество пыли, удаляемое системой аспирации, можно определить по формуле:



$$G_{\text{уд.}} = \sum_{i=1}^N (Q_i \cdot C_i) \cdot t_p; \quad (7)$$

где:  $Q_i$  – количество воздуха, удаляемого через воздуховод в единицу времени, м<sup>3</sup>/ч;

$C_i$  – концентрация пыли в удаляемом через воздуховод воздухе, г/м<sup>3</sup>;

Количество воздуха, удаляемого через воздуховод в единицу времени  $Q_i$  можно определить, зная диаметр воздуховода и скорость движения воздуха:

$$Q_i = w_i \cdot V_i = \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \cdot V_i; \quad (8)$$

где:  $w_i$  – площадь поперечного сечения  $i$ -го воздуховода, м<sup>2</sup>;

$d_i$  – диаметр поперечного сечения  $i$ -го воздуховода, м;

$V_i$  – скорость движения воздуха по  $i$ -му воздуховоду, м/с.

Преобразовав формулу (7) с использованием формулы (8) получим:

$$G_{\text{уд.}} = \sum_{i=1}^N \left( \frac{\Pi \cdot d^2 \cdot V_i \cdot C_i}{4} \right) \cdot t_p = \sum_{i=1}^N \left( \frac{Q_i^2 \cdot V_i \cdot C_i}{4} \right) \cdot t_p; \quad (9)$$

Подставив в формулу (9) данные, полученные на деревообрабатывающем комбинате, определим количество пыли, удаляемого из помещения системой аспирации за смену:

$$G_{\text{уд.}} = \frac{(0,155^2 \cdot 15,38 \cdot 1,40 + 0,135^2 \cdot 16,61 \cdot 0,56 + 0,155^2 \cdot 15,8 \cdot 0,59 + 1,155^2 \cdot 15,69 \cdot 0,59 + 0,130^2 \cdot 17,0 \cdot 0,650 + 0,160^2 \cdot 14,4 \cdot 0,510 + 0,135^2 \cdot 14,4 \cdot 0,65 + 0,155^2 \cdot 12,12 \cdot 1,345 + 0,135^2 \cdot 14,51 \cdot 0,630 + 0,155^2 \cdot 13,38 \cdot 1,1,28 + 0,135^2 \cdot 14,62 \cdot 0,63) \cdot 3,1416}{4} \times 5,5 \cdot 3600 = 41,4 \text{ кг}$$

Подставив полученные значения  $G_{об.}$  и  $G_{уд.}$  в формулу (5), получим количество пыли, скапливающееся в помещении:

$$G_{см.} = 75,24 - 41,4 = 33,84 \text{ кг};$$

Определяем количество циклов пыленакопления до генеральной уборки. При двухсменной работе и пяти дневной рабочей неделе количество циклов пыленакопления ( $n$ ) равно 10.

По формуле (4) определим максимальное количество пыли, скапливающейся в помещении цеха, при условии уборки передвижными напольными пылеуборочными средствами:

$$G = \frac{33,84 \cdot \left(1 - (1 - 0,8)^{10}\right)}{0,8} = 42,3 \text{ кг}.$$

Зная объём помещения, определим действительную концентрацию пылевоздушной смеси  $C_d$  в объёме помещения в случае её полного взвихрения по формуле:

$$C_d = \frac{G}{V_{пом.}}; \quad (10)$$

где:  $V_{пом.}$  – свободный объём помещения цеха.

Свободный объём помещения определяется по формуле:

$$V_{пом} = V_{стр} - V_{об} \quad (11)$$

где  $V_{стр}$  – строительный объём помещения (здания);

$V_{об}$  – объём занятый технологическим оборудованием, коммуникациями, выступающими строительными конструкциями. Допускается принимать  $V_{об} = 20\%$  от  $V_{стр}$ .

Определим строительный объём здания исходя из следующих условий:

- длина здания по наружным стенам  $a = 60$  м;
- ширина здания по наружным стенам  $b = 18$  м;
- высота здания  $h = 6$  м;

- толщина стен  $\delta = 0,5$  м;

по формуле:

$$V_{\text{стр}} = a \cdot b - (2 \cdot (a + b) \cdot \delta) \cdot h = 60 \cdot 18 - (2 \cdot (60 + 18) \cdot 0,5) \cdot 6 = 6048 \text{ м}^3 \quad (12)$$

Определим свободный объём помещения, исходя из того, что он составляет 80% от строительного объёма:

$$V_{\text{пом}} = \frac{V_{\text{стр}} \cdot 80}{100} = \frac{6048 \cdot 80}{100} \approx 4834 \text{ м}^3$$

Подставив значения в формулу (10) получим:

$$C_{\text{д}} = \frac{42,3 \cdot 1000}{4834} = 8,74 \frac{\text{г}}{\text{м}^3};$$

Выводы: Так как нижний концентрационный предел распространения пламени для пыли образующейся при механической обработке древесно-стружечных плит составляет СНКПР = 47,18 г/м<sup>3</sup>, следовательно  $C_{\text{д}} < \text{СНКПР}$ . На основании полученных результатов можно сделать вывод, что образование взрывоопасной концентрации пылевоздушной смеси в объёме помещения цеха при условии своевременной и качественной уборке помещения не возможно.

#### Список источников

1. Монаков Т.В. и др. Оценка взрывоопасности производства с выделением пыли. Сборник взрывоопасность в строительстве. – М.: МИСИ, 1983;
2. Голенев А.П., Самородов В.Г. Пылевой режим производственных помещений связанных с обращением горючих пылей. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983;
3. Исаева Л.К. Пожары и окружающая среда. – М.: Издательский дом «Калан», 2001;
4. Таубкин С.И., Таубкин И.С. Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. – М.: Химия, 1976;
5. Корольченко А.Я. Оценка пожаровзрывоопасности производства, связанного с выделением пылей. Пожарная профилактика. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983;
6. Монаков Т.В. и др. Оценка взрывоопасности производства с выделением пыли. Сборник взрывоопасность в строительстве. – М.: МИСИ, 1983;

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА

### SOME ASPECTS OF GEOENVIRONMENTAL VALUES OF MUD VOLCANISM

*Мельчаков Ю.Л.<sup>1</sup>, Козаренко А.Е.<sup>2</sup>, Суриков В.Т.<sup>3</sup>*

*Melchakov Y.L.<sup>1</sup>, Kozarenko A.E.<sup>2</sup>, Surikov V.T.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Уральский государственный горный университет*

<sup>2</sup>*Московский Городской Педагогический Университет*

<sup>3</sup>*Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук*

*Ключевые слова:* грязевые вулканы, геоэкология, геохимия, Булганакское сопочное поле.

*Аннотация:* Рассмотрен феномен грязевого вулканизма с акцентом на геоэкологическое значение. Выполнены натурные наблюдения в районе грязевого вулканизма, в частности был осуществлен пробоотбор глин в пределах Булганакского очага (Керченский полуостров). Пробы анализировали методом масс-спектрометрии с аргоновой индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) посредством масс-спектрометра ELAN 9000 (PerkinElmer-Sciex, USA-Canada). На основе проведенных исследований определена геохимическая специализация продуктов извержения. Сделан вывод о том, что грязевой вулканизм является значимым фактором, влияющим на геоэкологическое состояние среды.

*Abstract:* This paper considers the phenomenon of mud volcanism with emphasis on geoecological importance. Carried out field observations in the area of mud volcanism, in particular, was carried out sampling of clays within Bulganakskoie of the hearth (the Kerch Peninsula). The samples were analyzed by the method of mass spectrometry with argon inductively coupled plasma (ICP-MS) using mass spectrometer ELAN 9000 (PerkinElmer-Sciex, USA-Canada). On the basis of these studies identified the geochemical specialization of the eruptive products. It is concluded that mud volcanism is an important factor in geoecological state of the environment.

Грязевой вулкан — геологическое новообразование, представляющее собой тектоническое отверстие - жерло, а на поверхности земли углубление (сальза) или конусообразное возвышение с кратером (грязевая сопка), из которого постоянно или периодически на поверхность извергаются грязевые массы и газы, сопровождаемые водой или нефтью.

Грязевые вулканы в некоторой степени являются аналогом магматических вулканов, однако в отличие от них на поверхность земли

извергается не раскаленная лава, а разжиженные осадочные породы, которые носят название грязевулканической или сопочной брекчии. Сопочная брекчия, подобно лаве, радиально распространяется из кратера. Продукты грязевого вулканизма состоят из твердых, жидких и газообразных компонентов.

Грязевые вулканы уже давно привлекали внимание геологов; им посвятили свои работы такие выдающиеся ученые как Н.И. Андрусов, И.В. Мушкетов, Г.В. Абих, В.И. Вернадский, А.Д. Архангельский, И.М. Губкин, К.Н. Калицкий, Д.В. Голубятников, В.В. Белоусов, Н.С. Шатский, А.Б. Ронов, П.Н. Кропоткин, В.Е. Хаин, А. И. Косыгин, Е.Ф. Шнюков и др.[1].

Как наземные, так и подводные грязевые вулканы очень редко бывают одиночными; чаще они группируются в грязевулканические провинции разных размеров. Наиболее крупные провинции грязевых вулканов сосредоточены в юго-восточной и северо-западной частях Кавказа.

При оценке эколого-геохимического значения вулканов важно учитывать масштаб явления. Известно, что число обнаруженных к настоящему времени действующих (или временно неактивных) грязевых вулканов уже превышает несколько тысяч. Ежегодные исследования, особенно морские, приносят все новые и новые открытия. Учитывая такую тенденцию, мы можем уверенно сказать, что количество грязевых вулканов на Земле вполне сопоставимо с таковым для магматических вулканов. Грязевой вулканизм можно считать глобальным геологическим явлением [2].

Следует отметить отличительную особенность в деятельности грязевых вулканов Черного моря — наличие крупных газовых выделений из больших глубин. В пределах материкового склона на глубинах до 908 м зафиксировано до 3000 газовых факелов (сипов) с высотой выброса газов в водной толще до 250—300 м [3].

Кроме отмеченного, важное значение имеет состав выделяющихся газов из грязевых вулканов. Он отличается в разных районах грязевого вулканизма,

однако главные газообразные компоненты фиксируются стабильно. Среди сопочных газов преобладает метан ( $\text{CH}_4$ ) – его содержание иногда достигает 99%. В других местах почти в таком же количестве может присутствовать двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ). Азот (N) способен составлять до половины количества газообразных компонентов. Другим важным газом является сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ), содержание которого доходит до нескольких процентов. Десятые доли процента приходятся на благородные газы – аргон и гелий. Делая акцент на геоэкологию, целесообразно выделить метан и сероводород, поскольку иногда происходит воспламенение при извержении подводных грязевых вулканов. Например, в Черном море неоднократно наблюдались факелы горящих газов на поверхности воды, наибольшие зафиксированы во время землетрясения 1927 г. Заметим, что о выходах газа на поверхность Черного моря упоминали еще древнеримские авторы. Предположительно, метан и сероводород, выделившийся при извержении, проходил через водную толщу и попадал под влияние электрического поля в атмосфере. Хотя причина воспламенения газа достоверно не установлена, известно, что в момент землетрясения была гроза. Кроме того, причиной возгорания может быть присутствующий в составе выброса фтористый водород, который вспыхивает на воздухе. Вероятна и еще одна причина воспламенения: от искр, возникающим при ударах друг о друга вылетающих на поверхность обломков твердых пород.

Следующий аспект эколого-геохимического значения вулканов можно рассматривать как гипотетический. Хорошо известно, что воды Черного моря насыщены сероводородом глубже 150–200 м до самого дна, что является главной аномалией Черного моря. Органическая жизнь ниже уровня 150–200 м в Черном море почти отсутствует. До сих пор причина появления такого огромного количества сероводорода в толще черноморской воды полностью неясна. Однако, учитывая, что в глубоководной части моря располагается не

менее трех десятков крупных грязевых вулканов, не исключено, что сероводородное заражение черноморских вод связано с их активностью. Из-за эманацій газов на грязевых вулканах образуется специфическая биологическая обстановка [2].

Однако другая причина: разложение органических веществ в условиях недостатка кислорода породило сероводородный слой – так же вероятно. Можно допустить и наличие двух причин, действующих однонаправленно.

Следующий аспект геоэкологического значения рассматриваемого явления: в настоящее время грязевой вулканизм входит в перечень опасных природных явлений, которые должны учитываться при проектировании инженерных сооружений. При изысканиях под газопровод “Голубой поток” (Россия–Турция), который проходит по дну глубоководной котловины Черного моря, наличие грязевых вулканов принималось во внимание в качестве одного из опаснейших природных факторов, потенциально влияющих на стабильность конструкции [2]. Насколько учтена данная опасность – покажет время.

Справедливо и обобщение: наличие грязевых вулканов, особенно вблизи населенных пунктов, означает объективную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

С позиций геохимии грязевой вулканизм представляет собой одно из звеньев в глобальном процессе дегазации земных недр. Носителями массоэлементопереноса являются газы, пульпа и воды.

Подъем к поверхности газонасыщенных и обводненных масс завершается извержениями, которые могут проявляться как спокойное истечение грязевых потоков и в виде газовых взрывов. Твердая фаза выбросов представляет собой обводненный, гидротермально переработанный материал вмещающих пород, поровое пространство которых заполнено захороненными морскими рассолами, в разной степени разбавленными метеорными водами и газами [4].

В августе 2016 г. был поставлен натурный геохимический эксперимент, цель которого состояла в количественной и качественной оценке массопотока в районе газовой-грязевой вулканизма.

Объекты исследования: грязевые вулканы - расположены на территории классической активной Керченско-Таманской грязевулканической провинции [5, 6]. Вулканы входят в Булганакский грязевулканический очаг.

Предмет исследования: глины газовой-грязевых вулканов. Известно, что глины обладают высокой сорбционной способностью, что и определило наш выбор.

По характеру выносимого на поверхность обломочного материала (песчаники, известняки, мергели, глинисто-сидеритовые конкреции, алевролиты, глины неогена и палеогена, а также киммерийские железные руды) корни керченских грязевых вулканов прослеживаются до низов майкопских отложений. Активность описываемого очага, крупнейшего на Керченском полуострове (площадь 4 км<sup>2</sup>), отвечает пассивной грифонно-сольной стадии и выражается в спокойном излиянии минерализованных вод, жидкой грязи и углеводородных газов (~100 м<sup>3</sup>/сут). В составе выделяющихся газов преобладает метан (95–96%), доля СО<sub>2</sub> составляет 2–4% [5, 7].

Постоянная газовая эманация ведет к разгрузке подземных камер и снятию избыточного давления, предотвращая тем самым катастрофические извержения.

Не анализируя хорошо известный в настоящее время целый ряд морфогенетических типов грязевых вулканов, лишь отметим, что обследованные нами вулканы представляют собой небольшие, не превышающие в высоту полутора метров постройки, возникающие за счет периодического поступления на поверхность полужидких масс грязевых выбросов. Во время очередного извержения они растекаются от кратера к периферии



вулкана, надстраивая вулканическое сооружение и увеличивая, таким образом, объем концентрически построенного конуса.

На склонах вулканического конуса наблюдается окисление и эрозия грязевулканических построек. Серые и зеленовато-серые глины, содержащие рассеянные сульфиды окисляются и превращаются в бурые, красновато-бурые породы, обогащенные гидроксидами железа и марганца. Склоны покрываются сетью оврагов разных размеров, радиально расположенных по отношению к кратерной площадке; по ним перемещаются как глубинные воды вулканов, так и атмосферные осадки.

Попутно отметим, что Булганакское сопочное поле является уникальным природным объектом, который должен иметь высокий охранный статус. Здесь не следует осуществлять какую-либо деятельность, кроме экскурсионной [8]. Спустя почти столетие после отмеченной публикации констатируем, что природоохранный статус рассматриваемому природному объекту не присвоен.

Необходимо безотлагательно организовать природоохранную деятельность в рассматриваемой зоне грязевых вулканов. В частности, вначале надо установить новые охранные и предупредительные знаки (заметим, что в Исландии аналогичные объекты маркируются веревками с учетом опасности для туристов). Затем надо проработать вопрос о придании объектам статуса охраняемых государством (вероятно, республиканского значения). Нужно учитывать еще и следующее обстоятельство: мягкопластичные минерализованные булганакские сопочные грязи обладают целебными свойствами, и в начале XX века их, вместе с чокракскими грязями, использовали для лечения больных в керченских грязеводолечебницах.

Непосредственные наблюдения и пробоотбор были выполнены в августе 2016 г. в пределах Булганакского грязевулканического очага, расположенного на южном крыле Бондаренковской антиклинали, в 10 км севернее г. Керчь, в 2,5 км севернее села Бондаренково (45°25" с. ш.; 36°28" в. д.). Обобрано по три

пробы в элювиальном и трансэлювиальном ландшафтах. В качестве фоновых выбраны два удаленных от Булганакского грязевулканического очага района: в Лисьей бухте (в 10 км от г. Коктебеля), где отобрано 7 проб и на окраине г. Керчи (6 проб). Все отложения относятся к одному Майкопскому ярусу, что предполагает возможность сравнительного анализа. Всего отобрано 19 представительных проб глин.

Важно подчеркнуть, что пробоотбору предшествовал длительный период (не менее 2 месяцев) сухой погоды, что исключало эффект разбавления грязевых масс атмосферными осадками и соответственно искажение результатов.

Пробы анализировали методом масс-спектрометрии с аргонной индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) посредством масс-спектрометра ELAN 9000 (PerkinElmer-Sciex, USA-Canada) в ИХТТ УрО РАН.

Все пробы измельчали в агатовой ступке до состояния пудры. Для их растворения использовали смесь концентрированных азотной, хлороводородной и фтороводородной кислот (ОСЧ) в соотношении 2:2:1.

Было выполнено определение 70 элементов: 7 главных (Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Ti), при этом они представлены в виде элементов и в виде оксидов (после пересчета по стехиометрии) и 63 рассеянных. При этом руководствовались подходом В.В. Добровольского [9]: рассеянные элементы не выступают в качестве главных ни в наружных оболочках Земли, ни в массе живого вещества; их концентрация обычно меньше 0,1 %.

Анализ группы главных элементов показал следующее. Диапазон концентраций в глинах грязевых вулканов составляет от 6,7 (Al) до 0,18 (Ti) процентов, причем лишь у Ti концентрации составляют доли процента. Отмечено превышение концентраций элементов в глинах вулканов по сравнению с глинами вне зоны разломов: Ca, Na, Fe - в 2 раза, Mg, Ti –

незначительное, на первые десятки процентов. Для Al, K определено примерное равенство значений.

Для группы рассеянных элементов определены следующие закономерности, которые хорошо соответствуют известным общим для этой группы элементов. Так, диапазон концентраций в глинах грязевых вулканов составляет от 0,16 у Mn % (причем содержание Mn в трех пробах глин из шести равно 0,1 % ) до  $< 0,0000001\%$  у элементов платиновой группы: Os, Ir, а также Re и Au.

Как и в группе главных элементов, отмечено превышение концентраций анализируемых элементов в разы и более в глинах вулканов по сравнению с глинами вне зоны разломов. Это относится к B, P, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Mo, Sb, I, Ta, W, Hg.

Необходимо выделить из отмеченной группы несколько элементов, для которых определено превышение фона на математический порядок (B, Sb, I) и на два математических порядка (Ta). При этом концентрации в глинах грязевых вулканов B измеряются сотыми долями процента, Sb, Ta – тысячными долями процента, I - десятитысячными долями процента; исходя из этого можно предположить максимальное проявление эффекта обогащения ландшафтов именно бором. С большой степенью вероятности можно утверждать, за длительное время в рассматриваемом районе сформировалась своеобразная борная аномалия.

Последнее позволяет выдвинуть предположение: если бы грязевые вулканы Булганакского сопочного поля занимали значительно большую площадь, чем в действительности, то в восточном Крыму сформировалась борная ландшафтно-геохимическая провинция. При этом, следуя подходу В.В. Ермакова и С.Ф. Тютикова [10], это не означает формирование биогеохимической провинции: последняя предусматривает специфические (часто эндемические) реакции организмов.

Если отмеченное предположение верное, то некоторые грязевулканические провинции, имеющие, с одной стороны, значительные размеры, а также четко выраженную геохимическую специализацию, одновременно являются ландшафтно-геохимическими провинциями. Аналогичная ситуация с потенциальными биогеохимическими провинциями. Как нам представляется, это является новым, практически не изученным аспектом геоэкологического значения грязевого вулканизма.

Однако, разумеется, в этом плане требуются специальные исследования.

Кроме вышеотмеченного, установлено незначительное превышение концентраций элементов в глинах вулканов по сравнению с глинами вне зоны разломов (Li, Ti, Cu, Zn, Y, Zr, Ge, Sr).

Сравниваемые объекты по концентрациям большой группы рассеянных элементов мало отличаются: определено примерное равенство. К ним относятся: Be, V, Ga, As, Se, Br, Rb, Nb, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, все без исключения TR, Hf, Os, Ir, Pt, Tl, Th, U.

Из многочисленной проанализированной группы рассеянных элементов только 4 имеют концентрации ниже (в разы) в глинах грязевых вулканов по сравнению с фоновыми глинами: W, Bi, Re, Au, причем два последних находятся на пределе обнаружения ( $< 0,0000001\%$ ) и поэтому корректнее их не учитывать.

Резюмируя, отметим, что представленные материалы доказывают, что феномен грязевого вулканизма нужно оценивать не только с точки зрения геохимии окружающей среды, рельефообразования, осадко- и рудонакопления, критерия нефтегазоносности, но и также как значимый фактор, влияющий на геоэкологическое состояние среды.

#### Список источников

1. Холодов В.Н. Грязевые вулканы: распространение и генезис/ В.Н. Холодов // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. – №4. – с. 5-27.

2. Лимонов А. Ф. Грязевые вулканы. Соросовский образовательный журнал. Науки о земле, том 8, №1, 2004 С.63-69.
3. Шнюков Е.Ф., Гнатенко Т.И., Нестеровский В.А., Гнатенко О.В. Грязевой вулканизм Керченско-Таманского региона. — К.: Наук. думка, 1992. — 200 с.
4. Оленченко В.В., Шнюков Е.Ф., Гаськова О.Л., Кох С.Н и др. Динамика извержения грязевого вулкана на примере сопки Андрусова (Булганакский грязевулканический очаг, Керченский полуостров) // Доклады академии наук, 2015, том 464, № 2, с. 214–219.
5. Шнюков Е.Ф., Шереметьев В.М., Маслаков Н.А. и др. Грязевые вулканы Керченско-Таманского региона. Краснодар, 2005. 184 с. ,
6. Лаврушин В.Ю. Подземные флюиды Большого Кавказа и его обрамления. М.: Геос, 2012. 348 с.
7. Нестеровский В.А., Титова Н.О. // Геология и полез. ископаемые Мирового океана. 2012. № 4. С. 28–33.
8. Ключин А. А., Корженевский В. В. Крымское Приазовье: очерк-путеводитель. Симферополь: Крымиздат, 1924. – 144 с.
9. Добровольский В.В. География микроэлементов: Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
10. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБА КУЧНОГО  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ НЕДР ВОЛКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО  
ДАНЫМ ИЗЫСКАНИЙ**

**GEOECOLOGICAL EVALUATION OF HEAP LEACHING OF THE  
SUBSOIL VOLKOVSKOE DEPOSIT, ACCORDING TO SURVEYS**

*Парфенова Л.П., Екимова О.А., Кучин В.В.*

*Parfenova L.P., Ekimova O.A., Kuchin V.V.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* кучное выщелачивание, подотвальные воды, изыскания, покровные отложения, фильтрационные свойства.

*Аннотация.* Комплексное освоение Волковского медно-железо-ванадиевого месторождения невозможно без использования способа кучного выщелачивания меди из отвала лежалой окисленной и смешанной руды (ЛОиСР). Существование отвала(ЛОиСР) в его современном виде создает угрозу загрязнения поверхностных вод р.Лаи.

*Abstract.* The integrated development of the Volkovsky copper-iron-vanadium deposit development is impossible without using the heap leaching method of copper from the dump of stale oxidized and mixed ore. The existence of the blade in its present form poses a threat of surface water contamination with r. Lai.

Волковское комплексное медно-железо-ванадиевое месторождение было открыто в 1812 году. Систематическое изучение площади началось в 1927 году. К разработке месторождения приступили в 1967 году.

Волковское месторождение приурочено к северо-восточной части Волковского габбрового массива. Коренными породами являются диориты, габбро-диориты, подверженные глубокому метаморфизму. Подчиненное значение по площади распространения имеют интрузивные породы кислого и щелочного состава: кварцевые диориты, сиенит-диориты и сиениты, а также метасоматически измененные вулканогенные и осадочные образования: ксенолиты известняков, туфов и ортофиринов.

Волковское месторождение условно подразделяется на 4 участка: Северо-Западный, Волковский, Промежуточный и Лаврово-Николаевский. В плане оно

представляет собой ряд дугообразно расположенных цепочек медно-железо-ванадиевых тел. Природные типы руд соответствуют двум промышленным сортам руд: железо-ванадиевому и медно-железо-ванадиевому [1].

По степени гипергенного перерождения руды на месторождении делятся на:

- 1) окисленные (содержание окисленной меди более 50%);
- 2) частично окисленные (20-50%);
- 3) первичные (менее 20%).

В геологической зональности месторождения существует важная особенность, которая заключается в постепенном переходе между рудными интервалами и вмещающими породами, т.е. последние могут быть представлены как «бедные» руды и, наоборот, руды – это минерализованные горные породы. Границы рудных тел устанавливаются по содержанию железа не ниже 14%, меди – 0,2-0,3%. Главнейшими рудными минералами являются: титано-магнетит, халькопирит, апатит. Из второстепенных отмечаются: халькозин, ковеллин, куприт, и др. [1].

Волковское медно-железо-ванадиевое месторождение эксплуатируется с применением открытого способа добычи. На отработанном в 2010 году Лаврово-Николаевском участке (1 очередь), в соответствии с проектом института «Унипромедь», существует карьер, закрытый на «мокрую консервацию». Лаврово-Николаевский карьер имеет следующие параметры: длина по верху 950 м, углы погашения бортов средние 35-70 град., западный борт 35-40 град., максимальная проектная глубина карьера 210 м. Площадь горного отвода 1 очереди Волковского рудника составляет 0,38 га. На этой территории кроме Лаврово-Николаевского карьера располагаются отвалы: растительного грунта объемом 20 тыс.м<sup>3</sup>, рыхлых вскрышных пород объемом 640,6 тыс.м<sup>3</sup>, забалансовых железо-ванадиевых руд объемом 22,2 тыс.м<sup>3</sup>, забалансовых окисленных и смешанных руд объемом 1312 тыс.м<sup>3</sup>.

Промышленные (оцененные) запасы медной руды на Лаврово-Николаевском участке составили 17191 тыс.т. Их переработка по традиционной схеме с получением черновой меди была выполнена на ОАО «Святогор». При этом окисленные и смешанные руды в течение более чем 40 лет складировались в отвал. На сегодня в отвале лежалой окисленной и смешанной руды (ЛОиСР) заскладировано 3933,8 тыс. тонн рудной массы. Площадь основания отвала с нагорной канавой по периметру составляет около 20 га. Высота более 20 м. Запасы медной руды оценены в 60000 т. Рудные отвалы, просто существующие в течение многих десятков лет на поверхности в условиях избыточного увлажнения, неизбежно становятся источниками неуправляемого загрязнения всех природных сред, но более всего ощутимо их негативное влияние на поверхностные и подземные воды. В условиях избыточного увлажнения, когда осадки превышают испарение, при этом сами атмосферные осадки имеют слабокислую реакцию, в теле рудного отвала формируются кислые подотвальные воды, стекающие в поверхностные водотоки. Химический состав подотвальных вод, определенный на участке кучного выщелачивания меди после аварийного его закрытия в 1983 г., в процессе научно-исследовательских работ УГГУ представлен в таблице 1 [1].

Таблица 1

Химический состав подотвальных вод на Лаврово-Николаевском участке

Показатели химического состава	Отвал окисленных руд			Отвал смешанных руд	
	1985 г.	1987 г.	1988 г.	1985 г.	1987 г.
Сухой остаток, г/дм <sup>3</sup>	1-42,1/14,9	1,9-16,8/11,0	2,8-7,0/5,0	0,9-16,2/4,3	0,3-5,5/3,5
Сульфат-ион, г/дм <sup>3</sup>	-	0,005-10/4,0	1,87-5,1/3,5	-	0,1-3,9/0,8
Медь-ион, мг/ дм <sup>3</sup>	9,2-1400/317	0,07-1216/412	482	0,4-780/160	0,02-345/37,3
Цинк-ион, мг/ дм <sup>3</sup>	0-118/12,4	0,07-33/10,7	11,5	0,16-46/7,4	0,03-107/12,0
Железо общее, мг/ дм <sup>3</sup>	0,46-60/17,9	0-125/10,6	20,9	0,66-720/181	0-160/61
pH, дол.ед.	2,5-6/3,4	3,2-6,4/4,3	3,7-3,9/3,8	2-7/4,7	2,5-7,1/5,4



Очевидно, что подотвальные воды представляют собой кислые металлоносные растворы («жидкие руды»), формирующиеся в течение теплого времени года и стекающие в ближайшую к отвалам р. Лаю. Если учитывать, что все реки Урала, в т.ч. р.Лая, отнесены к рыбо-хозяйственной категории использования, а также обеспечивают потребность в питьевой воде более чем 65% населения Свердловской области, то актуальность сохранения в них воды соответствующего качества не вызывает сомнений.

Для переработки окисленных и смешанных руд, отнесенных к труднообогатимым и забалансовым, на Волковском руднике два раза предпринимались попытки внедрения технологии кучного выщелачивания меди (УКВ). На горных предприятиях Урала накоплено огромное количество отходов горного производства, хранящихся в основном в виде отвалов. Существующие технологии их переработки традиционно сводятся к дроблению и дальнейшему использованию в строительстве. Это оправданно для таких категорий отходов, как вскрышные породы, а также «бедные руды». Отвалы, сложенные труднообогатимыми, например, окисленными рудами, использовать в таких целях экономически нецелесообразно. Существует немного способов нетрадиционного их использования, один из которых – способ кучного выщелачивания. Технология кучного выщелачивания основана на орошении поверхности отвала специально приготовленными растворами, которые просачиваясь через тело отвала, обогащаются растворимыми соединениями рудных компонентов, образуя «жидкие руды», из которых извлекается полезные компоненты.

На Волковском медно-железо-ванадиевом месторождении за более чем 30-летний период эксплуатации сформирован отвал лежалой окисленной и смешанной руды (ЛОиСР), расположенный на правом берегу в 300-500 м от р. Лай. На месторождении в разные годы было предпринято несколько попыток

использовать способ кучного выщелачивания для извлечения меди из отвала ЛОиСР. Опыт использования способа кучного выщелачивания на Волковском руднике показал, что в первом случае авария произошла из-за переполнения прудков-отстойников в результате затяжных дождей и загрязнения р. Лаи, во втором случае – из-за резкого снижения объемов рабочих растворов как следствия заиливания штабеля и снижения фильтрационных свойств грунтов, слагающих тело отвала. Из этого следует, что определяющими для устойчивой работы установки кучного выщелачивания (УКВ) является точный учет балансовых характеристик поверхностных вод и фильтрационных свойств отвальных пород и пород, залегающих в основании отвала.

Для обоснования очередной попытки «взять медь» из отвала ЛОиСР способом кучного выщелачивания, в 2015 г. СООО МАНЭБ по заданию института «Уралмеханобр» выполнены инженерно-геологические изыскания, целью которых было получение количественных критериев выбора одного из вариантов организации УКВ на отвале ЛОиСР. В первом варианте – организация УКВ на существующем отвале ЛОиСР, во втором – перенос отвала ЛОиСР на другую площадку за пределы долины р. Лаи со специально подготовленным основанием и штабелем. В качестве основных критериев, прописанных в Программе работ, проектировщиками было предложено оценить фильтрационные свойства грунтов основания отвала ЛОиСР, и возможные изменения этих свойств в результате их замачивания растворами серной кислоты разной концентрации, моделируя при этом условия работы УКВ. Учитывая то, что отвал расположен на наклонной поверхности, была поставлена задача оценить несущую способность грунтов, залегающих в его основании и возможность ее снижения в результате замачивания грунтов растворами серной кислоты в концентрациях, указанных выше.

В пределах площадки ЛОиСР распространен водоносный горизонт интрузивных пород основного состава верхнего силура и нерасчлененных

габброидных пород неустановленного возраста ( $S_2+qv$ ). Водоносный горизонт представлен разновидностями габбро, диоритами и габброидными породами. Породы, слагающие горизонт, повсеместно водоносны лишь в верхней трещиноватой зоне выветривания, мощность которой в среднем составляет 30-50 м. По типу коллектора подземные воды трещинного и трещинно-порового типа. По условиям залегания подземные воды горизонта грунтовые, субнапорные. Глубина появления уровня воды в скважинах, наблюдаемая в процессе бурения, не соответствует глубине установившегося уровня. Глубина появления уровня изменяется от 42 м в до 21,3 м. Положение установившегося уровня подземных вод изменяется в пределах от 239,4 до 260,3. Общее направление потока подземных вод ориентировано к долине р. Лая. Подземные воды на участке размещения отвала относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу. По величине сухого остатка подземные воды пресные, от 0,2 до 0,3 г/дм<sup>3</sup>, по значению водородного показателя (рН) подземные воды щелочные, по величине общей жесткости от мягких (4,2-4,5 мг-экв./дм<sup>3</sup>) до очень жестких (23,9-45,3 мг-экв./дм<sup>3</sup>). Питание подземных вод атмосферное. На момент исследований выработками глубиной до 50,0 м, подземные воды встречены на глубине от 21,3 до 42,0 м, что в абсолютных отметках составляет 235,5-229,8 м. В периоды весеннего снеготаяния и продолжительных дождей, возможно появление временного водоносного горизонта типа «верховодка».

Покровные отложения на участке ЛОиСР представлены суглинками делювиальными и элювиальными полутвердыми. Отложения имеют повсеместное распространение, встречены всеми инженерно-геологическими скважинами под слоем насыпных грунтов, мощность покровных отложений изменяется от 1,2 до 21,2 м. Скальные грунты на участке изысканий представлены габбро разной степени трещиноватости. Для оценки фильтрационных свойств скальных грунтов, залегающих в основании отвала, во всех шести инженерно-геологических скважинах были выполнены экспресс-

откачки. Методика выполнения опытно-фильтрационных работ и способы их обработки не отличались от стандартных [3]. Коэффициент фильтрации скальных грунтов изменялся от 0,6 до 0,18 м/сут. Фильтрационные свойства покровных отложений оценивались по результатам лабораторных работ. Методика выполнения и обработки стандартная [3]. Обобщенная оценка коэффициента фильтрации ( $K_{\phi}$ ) покровных отложений -  $2,2 \times 10^{-3} - 7,4 \times 10^{-5}$  м/сут. Таким образом, покровные отложения на участке ЛОиСР, представленные суглинками делювиальными и суглинками элювиальными, не могут быть использованы в качестве естественного защитного экрана для защиты подземных вод от загрязнения с поверхности нерастворимыми веществами 1 класса и растворимыми 2 и 3 классов опасности, так как их фильтрационные характеристики превышают допустимые (допустимые значения  $K_{\phi} < 0,00001$  м/сут.). В процессе кучного выщелачивания будут использованы растворы серной кислоты разной концентрации. Для прогнозирования возможных аварийных ситуаций, в том числе растекания рабочих растворов по поверхности и т.д., были выполнены исследования по оценке фильтрационных свойств покровных отложений на участке ЛОиСР в результате их замачивания растворами серной кислоты разной концентрации (5,50 и 100 мг/дм<sup>3</sup>). Методика лабораторных работ отличалась от стандартной. Проведены лабораторные опыты по определению коэффициента фильтрации покровных отложений для растворов серной кислоты различной концентрации на приборе конструкции Ю. М. Абелева и А. Н. Озерецковского [4]. Коэффициент фильтрации породы по данным, полученным в процессе опыта, вычислялся по формуле:

$$K_{\phi} = g / FIt \quad , \quad (1)$$

где:  $g$  – измеренное бюреткой количество воды, профильтровавшейся через слой породы за время  $t$ ;

$F$  – площадь поперечного сечения кольца прибора, см<sup>2</sup>;

$I$  – гидравлический градиент.

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения коэффициентов фильтрации кислотными растворами

Описание образца исследуемого грунта	Коэффициент фильтрации в м/сут при концентрации кислоты, г/дм <sup>3</sup>		
	5	50	100
Суглинок тугопластичный, тяжёлый, пылеватый	$7 \times 10^{-5}$	0,49	1,03
Суглинок коричневый, тугопластичный, легкий, пылеватый	$6,5 \times 10^{-5}$	0,45	0,89
Суглинок темно-коричневый, полутвердый тяжелый пылеватый	$2,8 \times 10^{-5}$	0,24	0,43
Описание образца исследуемого грунта	Коэффициент фильтрации в м/сут при концентрации кислоты, г/дм <sup>3</sup>		
	5	50	100
Суглинок темно-коричневый, полутвердый, тугопластичный	$2,2 \times 10^{-5}$	0,17	0,36
Суглинок коричневатого-серый, полутвердый, тяжелый, пылеватый с включением дресвы и щебня	$2,5 \times 10^{-5}$	0,19	0,39

Результаты определения коэффициентов фильтрации кислотными растворами показали, что при воздействии кислотных растворов на покровные отложения, слагающие естественное основание отвала ЛОиСР, их фильтрационные свойства «ухудшаются», коэффициент фильтрации увеличивается на четыре порядка. Это создает дополнительный риск проникновения кислотосодержащих растворов в подземные воды, и далее в р. Лаю. Проведенные исследования показали, что использование способа кучного выщелачивания на отвале ЛОиСР в имеющихся геологических условиях не представляется возможным без применения специальных технологических решений по защите подземных и поверхностных вод района. Единственно возможным условием применения способа кучного выщелачивания меди с целью комплексного использования недр Волковского месторождения видится вариант проектного решения, связанный с переносом отвала ЛОиСР на другой участок, удаленный от р.Лаи, где будет создан специальный защитный экран в

его основании, а сам отвал будет оформлен в виде специально отсыпанного штабеля с учетом выше полученных выводов о возможном увеличении фильтрационных свойств грунтов в процессе их замачивания кислыми растворами серной кислоты.

#### Список источников

1. Емлин Э.Ф. и др. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по снижению отрицательного воздействия на природную среду деятельности горнодобывающих предприятий Красноуральского комбината», Свердловск, 1985, 131 с., технический архив ОАО «Святогор».

2. Красильникова З.Л. Оценка воздействия на окружающую среду экспериментального участка по производству цементационной меди из окисленных руд Волковского рудника. Екатеринбург, 1999, 130 с., технический архив ОАО «Святогор».

3. СОО ОО МАНЭБ. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям «Проведение работ по инженерно-геологическим изысканиям площадки отвала лежалой окисленной и смешанной руды (ОЛО и СР) Волковского месторождения для принятия решения по организации процесса выщелачивания кучи непосредственно на площадке ОЛО и СР». Первый этап. Екатеринбург. 2015 г.

4. Ломтадзе В.Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. Л; Недра, 1990 г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ  
ЛИКВИДАЦИИ РАНЕЕ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
УЩЕРБА**

**IMPROVEMENT OF ECONOMIC MECHANISMS OF ELIMINATION OF  
PREVIOUSLY ACCUMULATED ENVIRONMENTAL DAMAGE**

*Пахальчак Г. Ю.*

*Rahalchak G.Y.*

*Уральский государственный экономический университет*

*Ключевые слова:* ликвидация ранее накопленного экологического ущерба, переработка отходов, экономические механизмы управления в сфере охраны окружающей среды, государственно-частное партнерство.

*Аннотация:* Одной из приоритетных экологических проблем, для решения которых необходимо применять современные экономические механизмы управления, является проблема ликвидации ранее накопленного экологического ущерба. Определенные действующим законодательством меры экономического стимулирования природоохранной деятельности практически не работают. В этих условиях актуальным является поиск новых механизмов, предлагаемых автором, включая механизмы государственно-частного партнерства

*Abstract:* One of the priority environmental problems, for the solution of which it is necessary to apply modern economic management mechanisms, is the problem of liquidation of previously accumulated environmental damage. The measures of economic stimulation of nature protection activity, determined by the current legislation, practically do not work. In these conditions, it is relevant to search for new mechanisms proposed by the author, including mechanisms for public-private partnership

Одной из самых обсуждаемых в России в последнее десятилетие экологических проблем является проблема ликвидации ранее накопленного экологического ущерба, причиной которого является интенсивная индустриализация и экстенсивная добыча природных ресурсов в XX-ом столетии на всей территории страны, высокая степень износа основных фондов, технологическая отсталость производств, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду (горнодобывающих, металлургических, энергетических и других).

Ситуация усугубляется наличием более 300 бесхозных экологически опасных объектов, в которых содержатся опасные химические вещества, загрязняющие поверхностные и подземные водные объекты, в том числе являющиеся источниками питьевого водоснабжения. В отличие от большинства других стран с развитой экономикой, Россия до настоящего времени не принимала никаких системных мер по ликвидации этого наследия. В сочетании с индустриальным разнообразием страны, характером ее развития в условиях командно-административной экономики и огромной территории, такое промедление еще больше увеличивает размеры и усугубляет негативное воздействие прошлого экологического ущерба на окружающую среду.

В Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года определены цели и задачи в области экологического развития, в число которых входят меры по обеспечению экологической безопасности населения, снижению негативного воздействия на природные объекты и комплексы, реабилитации территорий, загрязненных в результате прошлой хозяйственной деятельности, переработке отходов производства и потребления [1].

Решение этих задач возможно только при наличии эффективной системы управления в сфере охраны окружающей среды, включающей соответствующие нормативно-правовые, организационные, экономические и социокультурные механизмы, классификация которых представлена на рисунке 1.

Предлагаемая классификация сделана на основе положений Закона РФ «Об охране окружающей среды», в котором определены соответствующие механизмы управления в сфере охраны окружающей среды [2].

Признавая важность нормативно-правовых, организационных и социокультурных механизмов, автор не рассматривает их в данной работе, т.к. считает наиболее актуальной темой для решения проблемы ликвидации ранее



накопленного экологического ущерба совершенствование экономических механизмов управления в сфере охраны окружающей среды, которые в настоящее время оцениваются специалистами как неэффективные.



Рис. 1. Классификация механизмов управления в сфере охраны окружающей среды

Перечень экономических механизмов, составленный автором в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» (статьи 16-18) представлен в таблице 1[2].

Таблица 1.

Экономические механизмы управления в сфере охраны окружающей среды

Экономические механизмы	Стимулирующее действие	Практическая реализация
Плата за негативное воздействие на окружающую среду, в т.ч. за: - выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; - сбросы загрязняющих веществ в водные объекты; - хранение, захоронение отходов производства и потребления	Размер платы зависит от количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Стимулирует принятие мер по минимизации негативного воздействия на окружающую среду	Реализуется с 1991 года
Государственная поддержка деятельности, направленной на внедрение наилучших доступных технологий и реализацию иных мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду посредством: - предоставления налоговых льгот в порядке, установленном законодательством РФ о налогах и сборах	Уменьшение налогового бремени	Не реализуется, т.к. в налоговом законодательстве эти нормы не предусмотрены
Государственная поддержка деятельности, направленной на внедрение наилучших доступных технологий и реализацию иных мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду посредством: - предоставления льгот в отношении платы за негативное воздействие на окружающую среду	Уменьшаются издержки, связанные с платежами за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; сбросы загрязняющих веществ в водные объекты; хранение, захоронение отходов производства и потребления	Не реализуется в связи с отсутствием нормативных документов, определяющих порядок уменьшения размера платы в зависимости от реализации мероприятий природоохранного назначения
Выделение средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации в соответствии с законодательством РФ	Субсидии, субвенции, льготные кредиты на реализацию природоохранных мероприятий	Не реализуется в связи с отсутствием нормативных документов, определяющих порядок выделения бюджетных средств коммерческим организациям
Экологическое страхование	Источник денежных средств для компенсации убытков, образующихся у застрахованных предприятий и третьих лиц в результате загрязнения окружающей среды	Не реализуется в связи с отсутствием нормативных правовых актов, определяющих порядок экологического страхования

Проведенный анализ стимулирующего действия и практической реализации экономических механизмов управления в сфере охраны окружающей среды позволяет сделать вывод о том, что из всех перечисленных методов практически применяется только один – взимание платы за негативное воздействие на окружающую среду. Характер этого механизма скорее можно определить, как принудительный, поскольку его стимулирующий эффект неоднозначен. По оценке сотрудников надзорных органов, уполномоченных в сфере охраны окружающей среды, и специалистов предприятий, обязанных вносить плату за негативное воздействие на окружающую среду, размер платы для большинства предприятий незначителен по сравнению с затратами, которые необходимо сделать для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Предприятиям выгоднее заплатить определенную сумму в бюджет, нежели вкладывать серьезные инвестиции в переработку текущих и ранее накопленных отходов, модернизацию производства, внедрение малоотходных «зеленых» технологий, иные природоохранные мероприятия, которые позволили бы снизить негативное воздействие на окружающую среду. Для того, чтобы ситуация изменилась, необходимо, чтобы предприятия реально, а не на бумаге почувствовали поддержку государства на федеральном, региональном и местном уровне.

В современных условиях экономического кризиса, дефицита бюджетных средств, трудно рассчитывать на то, что продекларированные в законе Российской Федерации «Об охране окружающей среды» механизмы государственной поддержки будут реально работать. Однако в условиях обострения глобальных экологических проблем, усиления внимания к этим проблемам международного сообщества, призывающего к развитию «зеленой» экономики, необходимо искать пути и источники решения экологических проблем России, в том числе проблем ранее накопленного экологического ущерба. Очевидно, что самостоятельно, за счет бюджетных средств эти

проблемы государство и даже самые экономически устойчивые регионы решить не смогут. Бизнес тоже не готов вкладывать в сегодняшней экономической ситуации значительные средства в решение экологических проблем, которые даже не всегда связаны с его текущей производственной деятельностью. Например, ликвидация ранее накопленного экологического ущерба, или несанкционированное размещение отходов потребления, или водоснабжение населения качественной питьевой водой. Это все задачи, которые должны решаться на государственном уровне. Поэтому необходимо искать новые инструменты для решения этих проблем. И таким инструментом стимулирования инвестиций в природоохранные мероприятия, по мнению ряда ученых, например, Т.Н. Седаш, является государственно-частное партнерство [3].

Актуальность развития механизмов ГЧП подтверждается также исследованиями автора, представленными в ранее опубликованных работах. Результаты анкетного опроса представителей бизнеса, органов государственной власти, общественных организаций Свердловской области позволили сделать вывод о том, что развитие ГЧП в сфере охраны окружающей среды особенно актуально в сфере ликвидации ранее накопленного экологического ущерба, включая переработку отходов [4].

Министр природных ресурсов и экологии Российской Федерации С.Донской на коллегии министерства, состоявшейся 18 апреля 2014 года, заявил о том, что подготовлен проект закона по регулированию процедуры возмещения нанесенного окружающей среде вреда, в котором учитываются последствия хозяйственной деятельности прошлых лет и предусматривается стимулирование государственно-частного партнерства в процессах ликвидации накопленного ущерба [5]. К сожалению этот закон еще не принят. И видимо поэтому российский портфель проектов-ГЧП в сфере переработки отходов на сегодняшний день достаточно скромный. В стадии строительства находятся

около 20 мусоросортировочных, сжигающих, перерабатывающих заводов. Пионерами по реализации таких проектов стали Нижегородская, Оренбургская, Архангельская области, города Москва и Санкт-Петербург. Наиболее масштабным, практически доведенным до эксплуатации, является проект по созданию системы переработки и утилизации ТБО в Саратовской области. По Свердловской области таких примеров пока нет, хотя потенциальные инвесторы готовы обсуждать возможность реализации проектов по переработке отходов производства (например, бесхозных недействующих уже длительное время Левихинского и Дегтярского рудников) и твердых коммунальных отходов в городах области. К сожалению примеров успешно реализованных проектов, позволивших решить проблему ликвидации ранее накопленного ущерба, окупить вложенные инвестиции и выйти на экономическую эффективность, автор исследования не нашла.

Обзор литературных источников и информации о проблемах, возникающих у инвесторов при реализации ГЧП-проектов, позволяет сделать следующие выводы: для того, чтобы государственно-частное партнерство реально получило широкое использование в сфере ликвидации ранее накопленного экологического ущерба, включая переработку отходов производства и потребления, необходимо разработать стабильные, прозрачные, взаимовыгодные правила взаимодействия государства и бизнеса. Одним из важнейших условий должно стать четкое распределение прав и обязанностей власти и бизнеса на основе минимизации рисков, равноценного разделения рисков и распределения доходов от реализации проектов ГЧП экологической направленности. Не менее важно решить вопросы о регулировании перехода права собственности на объекты по переработке и безопасному размещению отходов производства и потребления; созданию условий получения доходов бизнесом для возврата инвестиций и получения прибыли за счет совершенствования налоговой, тарифной и кредитной политики. Актуальным

является участие государства в софинансировании ГЧП-проектов. Решение этого вопроса возможно путем создания инвестиционного экологического фонда, основным источником формирования которого должна стать плата за негативное воздействие на окружающую среду хозяйствующих субъектов. В настоящее время этот сбор растворяется в федеральном, региональных и местных бюджетах и на экологические цели поступает незначительная часть. Еще одним источником формирования Фонда могли бы стать средства, полученные в результате экологического страхования, которое в России не получило должного развития.

#### Список источников

1. Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 28.04.2012): [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mpr.gov.ru>
2. Закон РФ «Об охране окружающей среды»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://Consultant.ru>
3. Седаш Т.Н. Анализ использования механизма государственно-частного партнерства для реализации природоохранных и энергосберегающих проектов в России // Финансы и кредит № 18 (642) май 2015 С 34-40
4. Исследование институциональных особенностей формирования и развития механизма государственно-частного партнерства (на примере промышленного комплекса Свердловской области), колл. монография под научной редакцией И.Н.Ткаченко, Екатеринбург, изд-во Уральского государственного экономического университета, 2014 – С. 136-146
5. Материалы коллегии Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mpr.gov.ru>

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД  
РАЙОНА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШЛАМОХРАНИЛИЩА КАЧКАНАРСКОГО  
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА СРЕДНЕГО УРАЛА**

**GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF GROUNDWATER  
IN THE AREA AFFECTED BY THE SLURRY STORAGE OF THE  
KACHKANARSKY MINING AND PROCESSING PLANT OF THE MIDDLE  
URALS**

*Почечун В.А., Фоминых А.А., Архипов М.В., Кучин В.В.  
Pochechun V.A., Fominykh A.A., Arkhipov M.V., Kuchin V.V.  
Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* геологическая среда, подземные воды, природно-техногенный фактор, подземная гидросфера, геоэкологическая оценка.

*Аннотация:* В работе рассмотрены природные и техногенные факторы формирования экологического состояния подземных вод района воздействия шламоохранилища Качканарского горно-обогатительного комбината. Показаны средства по обоснованию данного экологического состояния, такие как геоэкологическая оценка. Сделан вывод по воздействию природно-техногенного фактора на экологическое состояние подземных вод и как следствие в целом геологической среды района.

Abstract: Natural and technogenic factors of the formation of the ecological state of underground waters of the impact zone of the Kachkanarsky ore mining and processing plant are considered. The means for substantiating this ecological state, such as geoecological assessment, are shown. A conclusion is drawn on the effect of the natural and man-made factor on the ecological state of groundwater and, as a consequence, in the whole geological environment of the region.

На формирование экологического состояния подземных вод в горнодобывающих районах влияют природные и техногенные факторы (рис. 1). Первые привнесли рудную минерализацию в окружающую среду в результате тектоно-магматических процессов, которая затем изменялась под воздействием метаморфизма и других факторов, формируя специфическую природную экологическую обстановку.

Природные факторы формирования экологического состояния подземных вод включают в себя структурно-геологические условия формирования пород

и руд, проявившееся на различных стадиях геологического развития, осложнённые метаморфизмом, магматизмом и другими процессами. В результате этих процессов сформировалась определённая геохимическая спецификация пород и руд, определяющая наличие и распределение токсичных элементов в подземных водах.

В результате воздействия вторых факторов происходит привнос загрязняющих веществ, при техногенных процессах.



Рис. 1 Схема формирования экологического состояния подземных вод в горнодобывающих районах

Качканарский интрузивный массив расположен в западном крыле Тагильского мегасинклиория и входит в состав платиноносного пояса Урала. Массив залегает среди мощного комплекса вулканогенных, вулканогенно-осадочных, в незначительном количестве осадочных, в различной степени метаморфизованных пород верхнего ордовика и силура. В соответствии с общим падением толщ к востоку происходит омоложение разреза с запада (верхний ордовик) на восток (силур – нижний девон). Рудоносный



Качканарский габбро-пироксенитовый плутон занимает площадь около 110 км<sup>2</sup>. Он имеет изометрическую форму и относится к типу ланнолитов [1, 2].

Концентрически зональная структура Качканарского массива по О. А. Воробьевой обусловлена кольцевым расположением пород различного петрографического состава, ориентировкой их падения к центру массива, согласно с элементами полосчатости в габбро и пироксенитах. Вдоль западного контакта Гусевогорского пироксенитового массива внутри Качканарской структуры предполагается крупное дизъюнктивное нарушение. Нарушения обычно имеют вертикальное залегание. Развитие мелких нарушений характерно для всего массива, однако общей его структуры из-за небольших перемещений они не изменяют [1, 2].

Геохимические спектры вмещающих пород титаномагнетитовой формации имеют вид: Fe, Cr, V, Mn, Ni, Co, Cu. Руды характеризуются содержанием железа 16-17% во вкрапленных и 30-45% в шлировых разностях при содержании двуокиси титана 1.2-2.2 и 3-4%, пятиокиси ванадия 0.13-0.25% соответственно. [1, 2]

По гидрогеологическим условиям Качканарский район относится к Большеуральскому сложному бассейну грунтовых вод зон трещиноватости в породах среднего и нижнего палеозоя. Области питания и распространения подземных вод совпадают с областями развития водоносных пород. Источниками питания подземных вод открытой гидрогеологической структуры Урала являются атмосферные осадки. Движение подземных вод происходит от водоразделов в долины крупных рек, мелких ручьев и временных водотоков. По типу водовмещающей среды выделяются подземные воды четвертичных отложений и подземные воды коренных палеозойских пород. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,10-0,15 г/дм<sup>3</sup>; NO<sub>3</sub> до 133 мг/дм<sup>3</sup> [1, 2].

Глубина залегания подземных вод варьирует от 3 до 30 м, по составу воды этой зоны гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые с минерализацией 0,16-0,22 г/дм<sup>3</sup>. Содержание иона NO<sub>3</sub> достигает 75 мг/дм<sup>3</sup>. Водопроницаемость вмещающих пород низкая -2-5 м<sup>2</sup>/сут [1, 2].

Шламохранилище ОАО «Качканарский горно-обогатительный комбинат» (ОАО «КГОК») является составной частью производственного комплекса Качканарского горно-обогатительного комбината, который эксплуатирует Гусевогорское месторождение Качканарской группы. Добыча производится открытым способом тремя карьерами - Главным, Северным и Западным. Система разработки - транспортная с внешним отвалообразованием. Вскрытие осуществляется по комбинированной схеме: нагорная часть - обособленными заездами с вывозкой руды и породы автомобильным транспортом, нижние горизонты - внутрикарьерными спирально-тупиковыми съездами с использованием железнодорожного транспорта. Технологический цикл начинается буровзрывными работами. Погрузка взорванной горной массы в карьере производится экскаваторами в железнодорожные думпкары и в автосамосвалы. Применение крупной высокопроизводительной техники в сочетании с широким фронтом горных работ и большими запасами руд обеспечивает комбинату высокий уровень добычи на весьма длительный период.

Технология обогащения руды предусматривает сухую магнитную сепарацию с выделением отвальных хвостов, мокрое магнитное обогащение при измельчении в две и три стадии для производства двух видов концентрата: относительно грубого агломерационного (75-80 % класса 0.074) с содержанием железа 60.5 % и тонкого (85-90 % класса 0.044 мм) с содержанием железа 62 % для последующего окомкования. Магнитное обогащение тонкоизмельченной руды позволяет из бедных титаномагнетитовых руд получать высококачественный железо-ванадиевый

концентрат. Отличительной особенностью качканарских концентратов является благоприятное соотношение в них шлакообразующих окислов, что дает возможность получать подготовленное к доменной плавке окучкованное сырье без значительного добавления флюсующих компонентов.

Шламохранилище состоит из трех отсеков – Выйского, Промежуточного и Рогалевского, разделенных между собой дамбами. Общая площадь шламохранилища составляет в настоящее время около 25 га (рис. 2).

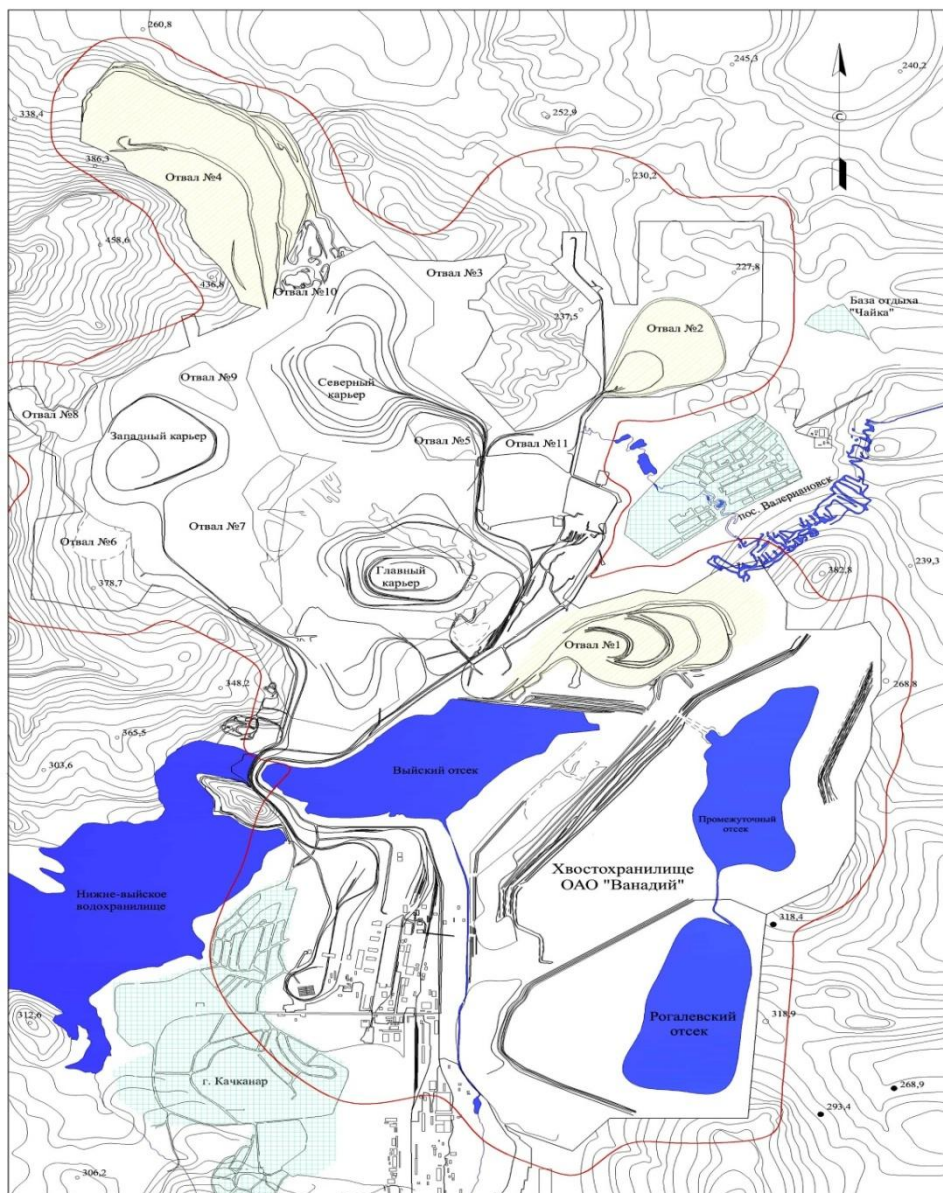


Рис. 2 Схема расположения шламохранилища КГОКа

Химический состав жидкой фазы накопленных в шламохранилище отходов приводится как состав оборотной воды. Состав оборотной воды наиболее полно характеризует шламохранилище как источник воздействия на подземные воды (табл. 1). Перечень показателей химического состава оборотной воды состоит из 11 наименований и в общем виде отражает специфику основных химических процессов обогащения железных руд для получения железо-ванадиевого концентрата на Качканарском горно-обогатительном комбинате (ОАО «КГОК»).

Таблица 1

Химический состав оборотной воды ОАО «КГОК»

№п/п	Показатели	Ед. изм.	Значения показателей	ПДК рыб.-хоз.
1.	Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	45	100
2.	Нитрит-ион	мг/дм <sup>3</sup>	1,42	0,08
3.	Нитрат-ион	мг/дм <sup>3</sup>	79,9	40
4.	Аммоний-ион	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	0,5
5.	БПК пол.	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,5	3,0
6.	Железо общ.	мг/дм <sup>3</sup>	0,43	0,1
7.	Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,004	0,01
8.	Ванадий	мг/дм <sup>3</sup>	0,0066	0,001
9.	Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,05
10.	Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	10	25 + фон
11.	Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	344	1000

Очевидно, что по предложенному перечню показателей химический состав оборотной воды шламохранилища ОАО «КГОК» представляет собой потенциальный источник загрязнения поверхностных и подземных вод химическими элементами группы азота на уровне от 2-3ПДК до 17ПДК, как следствие азотного загрязнения, высокое содержание БПК пол. – до 2-3 ПДК, железом - до 4ПДК и ванадием - до 6ПДК. Отмечается также некоторое превышение относительно ПДК содержания в оборотной воде нефтепродуктов.

Таким образом, для определения экологического состояния подземных вод необходимо было провести их геоэкологическую оценку. Для этого была создана режимная сеть наблюдательных скважин. Основные принципы, согласно которым

осуществлялось размещение режимных скважин, включало в себя: учет особенностей форм рельефа и микрорельефа территории с учетом ее ландшафтно-геохимического районирования, геометрия и тип границ потенциального источника загрязнения, основные закономерности формирования гидрогеологических условий как района в целом, так и площади изучения, степень геологической, гидрогеологической изученности территории и др.

С учетом вышеизложенного в основу размещения режимных скважин в районе воздействия шламохранилища вошли следующие факторы: существующая ландшафтно-геохимическая ситуация и особенности рельефа территории, которые характеризуются, прежде всего, преобладанием субаквальных ландшафтов, а также весьма значительной протяженностью границ дамб обвалования. Геолого-технические разрезы скважин приведены на рис. 3.

Геолого-технический разрез по скважине № 2н

Глубина залегания, м		Мощность слоя, м	Краткое описание пород	Колонка	Геологический индекс	Конструкция скважины		Уровень воды, м	
от	до					Диаметр бурения и обсадки, мм	Глубина бурения и обсадки, м	появление	установившийся
0	7,0	7,0	Техногенные отложения		tQ		11,1	11,0	
7,0	7,7	0,7	Суглинок делювиальный		Q				
7,7	12,5	4,8	Суглинок элювиальный светло-желтый, плотный		S <sub>11-2</sub>				
12,5	28	15,5	Габбро						

Геолого-технический разрез по скважине № 6н

Глубина залегания, м		Мощность слоя, м	Краткое описание пород	Колонка	Геологический индекс	Конструкция скважины		Уровень воды, м	
от	до					Диаметр бурения и обсадки, мм	Глубина бурения и обсадки, м	появление	установившийся
0	3,0	3,0	Техногенные отложения		tQ		12,0	12,0	
3	3,9	0,9	Суглинок делювиальный		Q				
3,9	8,0	4,1	Суглинок элювиальный светло-желтый, плотный		S <sub>11-2</sub>				
8,0	27,0	19,0	Габбро						

Рис. 3 Геолого-технический разрез по скважинам наблюдательной сети в районе расположения ОАО «КГОК»

Конструктивно все режимные скважины оборудованы идентично, их глубина варьирует от 20-25м до 35-40м.

За критерий оценки экологического состояния подземных вод были приняты концентрации загрязняющих веществ в фоновой скважине, пробуренной ранее. А концентрации загрязняющих веществ в фоновой скважине сравнивались с ПДК загрязняющих веществ для водоёмов рыбохозяйственного назначения. Выбранные в качестве критерия оценки степени загрязнения подземных вод в зоне воздействия шламохранилища, ПДК химических элементов-загрязнителей для водоемов и водотоков рыбохозяйственного назначения наиболее предпочтительны и обоснованы в данной ситуации, так как все реки района размещения шламохранилища относятся к рыбохозяйственной категории. При этом подземные воды в районе шламохранилища для хозяйственно-питьевого водоснабжения не используются, но являются источником питания поверхностных вод. Доля подземного питания рек района в среднем составляет до 20% их стока (примерно равна минимальному зимнему стоку рек).

Отбор проб воды осуществлялся согласно требованиям методических рекомендаций ГИДЭК. Перед проведением опробования были выполнены прокачки всех существующих скважин продолжительностью не менее 0.5 часа. Объем одной пробы составлял не менее 3 л. Отбор проб воды, их хранение и транспортировка выполнялись в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000. Пробы отбирались ежеквартально.

Анализ таблицы 2 показывает, что превышение над ПДК наблюдается только по марганцу.

Таблица 2

Результаты геоэкологической оценки загрязняющих компонентов в фоновой скважине

	Определение, мг/дм <sup>3</sup>									
	Взвешен. в-ва	Сухой остаток	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Mn	Cu	Fe	Zn	V
<b>ПДК</b>	-	<b>1000</b>	<b>350</b>	<b>500</b>	<b>45</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>5,0</b>	<b>0,1</b>
	20,9	268,0	<10	23,1	5,26	<b>0,357</b>	0,0041	<0,05	0,0033	0,0018

Анализ таблиц 3, 4 показывает, что устойчивое превышение над фоном наблюдается по следующим компонентам: марганец, медь, железо, цинк, ванадий.

Таблица 3

Результаты геоэкологической оценки загрязняющих компонентов в скважине 2н

	Определение, мг/дм <sup>3</sup>									
	Взвешен. в-ва	Сухой остаток	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Mn	Cu	Fe	Zn	V
фон	20,9	268,0	<10	23,1	5,26	0,357	0,0041	<0,05	0,0033	0,0018
	<b>54,2</b>	240,0	<10	4,4	1,5	<b>1,36</b>	<b>0,0071</b>	<b>1,55</b>	0,0018	<b>0,0023</b>

Таблица 4

Результаты геоэкологической оценки загрязняющих компонентов в скважине 6н

	Определение, мг/дм <sup>3</sup>									
	Взвешен. в-ва	Сухой остаток	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Mn	Cu	Fe	Zn	V
<b>фон</b>	<b>20,9</b>	<b>268,0</b>	<b>&lt;10</b>	<b>23,1</b>	<b>5,26</b>	<b>0,357</b>	<b>0,0041</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>0,0033</b>	<b>0,0018</b>
	11,4	84,0	<b>12,4</b>	3,7	1,11	0,165	0,0032	<b>0,43</b>	<b>0,0057</b>	<0,001

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на подземные воды и на геологическую среду в целом Качканарского промузла оказывает большее загрязняющее воздействие природно-техногенный фактор.

Список источников

1. Семячков, А.И. Металлы в окружающей среде горно-металлургических комплексов Урала: Научное издание. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2001. – 320 с.
2. Семячков, А.И., Фоминых, А.А., Почечун, В.А. Мониторинг и защита окружающей среды железорудных горно-металлургических комплексов Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2008. – 243 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ДРУЖЕСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В КОНТЕКСТЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ<sup>1</sup>**

**FORMATION OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGICAL  
SPACE IN THE CONTEXT OF ECONOMIC SAFETY**

*Романова О.А., Пономарева А.О.  
Romanova O.A., Ponomareva A.O.  
Институт экономики УрО РАН*

*Ключевые слова:* экологически дружественное технологическое пространство, наилучшие доступные технологии, белая металлургия, экология технологий.

*Аннотация:* В статье подчеркнуты угрозы с позиции экономической безопасности, возникающие в период смены технологических укладов, отмечено нарастающее технологическое отставание экономики России, в том числе с позиции соответствия нормативам наилучших доступных технологий. Проанализированы источники загрязнений окружающей среды по такому виду экономической деятельности как металлургическое производство. Приведены положительные итоги реализации лучших практик, связанных с развитием «белой металлургии». Обоснована перспективность развития нового научного направления «экология технологий». Предложена авторская формулировка современной инновационной парадигмы с позиции технологического развития.

*Abstract:* The article highlights threats from the point of view of economic security arising in the period of technological change, there is an increasing technological gap in the Russian economy, including from the point of view of compliance with the norms of the best available technologies. The sources of pollution of the environment have been analyzed for this type of economic activity as metallurgical production. The positive results of the implementation of the best practices related to the development of "white metallurgy" are given. The prospects for the development of the new scientific direction "technology ecology" are grounded. The author's formulation of the modern innovation paradigm from the standpoint of technological development is proposed.

Основным трендом мирового экономического развития является новая индустриализация. Президентом РФ 2017 год был объявлен «Годом экологии», что предполагало значительное повышение активности органов власти и бизнеса в реализации природоохранных мероприятий. Экологическая направленность

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена в соответствии с подпрограммой 14 фундаментальных исследований УрО РАН «Фундаментальные проблемы региональной экономики», Проект № 15-14-7-2 «Прогнозная оценка приоритетных направлений модернизации уральского старопромышленного региона для расширения импортозамещения»



развития экономики должна коррелировать с решением такой важнейшей задачи как достижение технологического паритета с развитыми странами. В проекте Стратегии научно-технологического развития России до 2035 года была выдвинута амбициозная цель – достижение указанного приоритета к 2030 году. Однако уже в утвержденной «Стратегии научно-технологического развития РФ» такая цель не была обозначена. Возможно в значительной мере это связано не только с нарастающим технологическим отставанием отечественной экономики, но и со все более возрастающими требованиями к экологическому аспекту функционирующих и вновь внедряемых технологий. В тоже время очевидно, что снижение технологической зависимости от развитых стран – это не просто приоритет новой индустриализации, но и одно из важнейших условий обеспечения экономической безопасности России.

С точки зрения обеспечения экономической безопасности становятся очевидными угрозы, возникающие в период смены технологических укладов. Формирование VI технологического уклада включает становление его интеллектуального ядра на базе NBICS – технологий. При этом целый ряд производств, связанных, в частности, с формированием nanoиндустрии и выпуском разнообразной nanoпродукции, с точки зрения экологической безопасности не имеет достаточно надежных обоснований. В тоже время в мире идет процесс активного замещения ранее созданных материалов на материалы, которые не наносят вред окружающей среде. Можно отметить, что еще в 2008 году на Олимпиаде в Китае были запрещены обычные полиэтиленовые пакеты, которые разлагаются в естественных условиях около 200 лет, а предлагались изделия, изготовленные из биоразлагаемой тары.

Сегодня принципы и идеи зеленой экономики не только приобрели многочисленных сторонников в разных странах мира, но и становятся определяющими при разработке стратегических решений экономического развития как в развитых, так и в развивающихся странах. В качестве одного из

значимых международных документов в этой области можно отметить Парижское соглашение, которое начнет действовать с 2020 года. Оно ратифицировано 111 государствами, на которые приходится 77% глобальных выбросов. Россия на климатической конференции ООН в Марракеше отметила, что не отказывается от «климатической» повестки полностью, но не ратифицировала данное соглашение. Представитель России отметил, что ключевым элементом экологической политики России остаются энергоэффективность и экономия топлива. Если все меры углеродного регулирования будут реализованы, то к 2050 году уровень выбросов в РФ может не превысить 60-62% от показателей 1990 года. Несмотря на это, РФ получило на вышеуказанной климатической конференции антинаграду «Ископаемое дня», присуждаемую сетью НКО Climate Action Network (более 1,1 тыс. общественных организаций со всего мира). Можно отметить, что 47 развивающихся стран – членов форума, наиболее уязвимых для климатических изменений (Камбоджа, Вьетнам и др.), полностью перейдут на возобновляемую энергетику к 2030-2050 годам. США, Канада и Германия прогнозируют «низкоуглеродное» развитие до 2050 года со снижением эмиссий на 80% от уровня 2005 года (Германия – на 80-95% от уровня 1990 года) [1].

На российском инвестиционном форуме (Сочи 2017 г.) был проведен круглый стол на тему: «Зеленая экономика как вектор развития». Там было отмечено, что требованием всех стран Организации экономического сотрудничества и развития является переход всех промышленных предприятий страны на наилучшие доступные технологии (НДТ). Под ними понимается свод наиболее приемлемых технологических решений, представляющих собой результат коллективного договора между властью, создающей условия для промышленного развития и осуществляющей экологический надзор, и бизнесом, для которого важно сохранить рентабельность и потенциал развития. Переход промышленности к работе на основе принципов НДТ был прописан еще в Федеральном Законе от 21.07.2014 г. №219-ФЗ «О внесении изменений в

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Разработаны и утверждены нормативные акты, которые устанавливают требования к поэтапному внедрению наилучших доступных технологий в нашей стране.

Однако основные механизмы по внедрению НДТ реально должны заработать только в 2019 году. С 2020 года плата за выбросы и сбросы сверх установленных нормативов увеличится в 4 раза. По мнению Министра промышленности и торговли РФ, Д. Мантурова, высказанном на вышеотмеченном форуме, отечественный бизнес будет готов с 2019 года перейти на НДТ. Основные сложности здесь связаны с необходимостью серьезных финансовых средств как на модернизацию действующих производств, так и на создание новых. Можно отметить, что новые производства изначально проектируются с учетом новых требований по экологии, по энергоэффективности. Но расчеты Министерства показали, что для модернизации действующего производства и достижения необходимых природоохранных параметров требуется порядка 8,5 трлн. руб. Можно отметить, что в «Стратегии роста», разработанной Столыпинским клубом, предложено вложить в экономику России 7,5 трлн. руб. за 5 лет. Сопоставление данных цифр показывает, насколько сложной в финансовом отношении является модернизация промышленного производства России с учетом возрастающих экологических требований, в тоже время это абсолютно необходимый путь достижения технологического паритета с развитыми странами. Такой паритет совершенно необходимое условие обеспечения экономической безопасности страны.

Понимание важности проблемы соответствия по экологическим параметрам отечественных технологий технологиям развитых стран было одним из факторов создания Фонда промышленности, закрепленного в Федеральном законе «О промышленной политике в РФ» как нового инструмента, стимулирующего развитие отечественной промышленности. Предполагалось, что данный

инструмент будет оказывать содействие предприятиям по переходу на НДП. Однако неотложность решения проблем импортозамещения способствовала переключению механизма использования данного Фонда на импортозамещение. В настоящее время стоит вопрос о приоритетности использования средств Фонда промышленности на модернизацию действующего производства с целью выполнения условий НДП.

Одними из основных источников загрязнения окружающей среды являются предприятия металлургической промышленности. Параметры их функционирования далеко не отвечают требованиям НДП. Кроме того, можно отметить, что несмотря на некоторое ужесточение экологических требований выбросы этих предприятий продолжают возрастать. Так, если выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников по такому виду экономической деятельности как металлургическое производство и производство готовых металлических изделий, составляли в 2014 году 3954,0 тыс. т., то в 2015 году эта величина возросла до 3994,3 тыс. т. Аналогичная ситуация характерна для сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (662,8 млн. куб.м. в 2014 году, 727,1 млн. куб. м. в 2015 году). Тенденция возрастания образования отходов производства и потребления в металлургическом производстве также сохраняется (168,3 млн. т. в 2014 году, 215,0 млн. т. в 2015 году) [2, С. 212].

Лидирующую роль в отраслевой структуре Свердловской и Челябинской областей области играет металлургическое производство. Это один из факторов, определивших последние места данных территорий в экологическом рейтинге, составленном общероссийской общественной организацией «Зеленый патруль». В данном исследовании позиция каждого субъекта РФ рассчитывалась по итогам зимы 2016-2017 годов. Помимо Свердловской и Челябинской областей в десятку худших регионов также попала Курганская область. Единственная территория УрФО, которая вошла в ТОП-10, – это Тюменская область [3]. Можно также

отметить, что Свердловская область занимает в РФ второе место (после Кемеровской области) по количеству отходов, размещенных на ее территории (148,61 млн. т. отходов). [2. С. 407]

В тоже время в области металлургического производства в Свердловской области имеется целый ряд лучших практик, демонстрирующих приоритетность тех технологических направлений развития, которые предусматривают высокий уровень обеспечения безопасности окружающей среды. Еще в 2010 году на ОАО «Первоуральский Новотрубный завод» был пущен в эксплуатацию цех «Высота - 239», положивший начало развитию на Урале так называемой «белой металлургии». За прошедший период сформировалась определенная корпоративная культура в рамках сложившейся на заводе производственной системы, организована система подготовки кадров для высокотехнологичного металлургического производства. Если сопоставить показатели, характеризующие деятельность производств «белой металлургии» со среднеотраслевыми показателями, то становятся очевидными преимущества «белой металлургии». Так текучесть персонала, составляющая в среднем по отрасли 25% в год, для производств «белой металлургии» - 9%. Средний возраст работников составляет соответственно – 40 и 31 год, доля работников с высшим образованием – 16% и 50%.. Можно также отметить, что так называемый абсентеизм (уклонение от работы) встречается на производствах «белой металлургии» в 2 раза реже, чем в среднем по отрасли.

Таким образом, дальнейшее развитие металлургического производства как производства особо опасного с позиции его влияния на окружающую среду, предопределяется внедрением новых природосберегающих технологий, которые не только не наносят существенного вреда окружающей среде, но и обеспечивают достаточно *комфортные условия работы непосредственно в цехе*. Такие технологии, получившие название «природоподобных» технологий, становятся определяющими в процессе перехода к седьмому технологическому

укладу. По оценке некоторых специалистов этот уклад может быть назван социогуманитарным укладом [4], который ориентирован не только на технологический рост, но, главным образом, на повышение качества жизни.

Определяющими технологиями данного уклада являются не только нано-, био-, инфотехнологии, но и технологии, связанные с созданием новой медицины, робототехники, нового природопользования, а также когнитивные и гуманитарные технологии. Процесс формирования технологического пространства как среды обитания человека был вызван интенсивным технологическим развитием. Оно стимулировало формирование такого технологического пространства, которое в ряде случаев замещало природную (биологическую) среду. Очевидность пагубности такого развития предопределила появление нового научного направления, связанного с разработкой основ экологии технологий. Основателем такого направления является акад. Иванов В.В. [5]. Им показано, что положительный эффект от технологического развития может быть получен только при условии, когда общая и профессиональная культура населения, сформированная соответствующим образованием и воспитанием, соответствует высокому технологическому уровню развития экономики.

Методологическую основу научного направления «экология технологий» составляет концепция управления рисками. В настоящее время данная концепция достаточно широко используется при оценке безопасности сложных технических и технологических систем, а также для решения задач стратегического планирования. Необходимо отметить два важнейших постулата экологии технологий. Первый из них связан с тем, что применение технологий, не соответствующих уровню культурного развития, приводит к катастрофам. В рамках второго постулата декларируется, что любая даже сама прогрессивная и социально-направленная технология, имеет пределы своего применения, при переходе через которые она может нанести ущерб, сопоставимый с

положительным эффектом. Таким образом, нахождение оптимального соотношения между риском и реально существующими возможностями обеспечения безопасности технического и экономического плана является необходимым решением на каждом конкретном этапе технико-экономического развития [6, С. 26-27].

Дальнейшее технологическое развитие России должно быть связано с реализацией природоподобных технологий, что будет способствовать преобразованию технологического пространства. Новая наука «экология технологий» должна явиться одним из существенных элементов новой индустриализации, задачей которой становится выявление проблем взаимодействия человека и окружающей его биосферы с технологическим пространством. С этих позиций акад. Ивановым В.В. была предложена формулировка современной инновационной парадигмы [7, С.4]. Представляется целесообразным ее дальнейшее развитие с точки зрения учета экологичности формируемого технологического пространства и важности данного фактора в области повышения глобальной экономической безопасности. По нашему мнению, современная инновационная парадигма, с позиции технологического развития, может быть сформулирована следующим образом: «Формирование экологически дружественного технологического пространства как фактора повышения качества жизни и глобальной экономической безопасности».

В такой формулировке четко определена итоговая цель научных достижений в области технологического и инновационного развития, связанная с повышением качества жизни, что признается бесспорным приоритетом всем мировым научным сообществом. Очевидно, что реальным конечным объектом инновационной высокотехнологичной экономики являются не новые технологии, товары и рынки, а то, ради чего все это создается и применяется в хозяйственной практике, то есть главным является человек, условия его жизни, комфортность пребывания в определенном обществе. Безальтернативным также является, по

нашему мнению, достижение определенной выше цели не просто на базе развития инновационной высокотехнологичной экономики, а на базе формирования такого технологического пространства, определяющими характеристиками которого являются экологически дружелюбные технологические решения и глобальный характер повышения экономической безопасности.

#### Список источников

1. Давыдова А. Климату разработали инструкции // Коммерсантъ, 22 ноября 2016, №216, С. 2.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2016. – 639 с.
3. Самые грязные в России // Эксперт 13-19 марта 2017 г, №11 (720), С. 6
4. Лепский В.Е, Рефлексивно-активные среды инновационного развития. – М.:Изд-во «Когнито-Центр», 2010 – 255 с.
5. Иванов В.В. Технологическое пространство и экология технологий // Вестник РАН, 2011, №5,.
6. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Россия: XXI век. Стратегия прорыва: Технологии. Образование. Наука. М.: ЛЕНАНД, 2016. – 304 с.
7. Иванов В. В. Проблемы научно-технологического развития России в контексте промышленной революции // Инновации, 2016, №6 (212), С. 3-8.



**К ВОПРОСУ О ПРИОРИТЕТАХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
ПОЛИТИКИ ГОСУДАРСТВА В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ<sup>2</sup>**

**TO THE QUESTION OF THE PRIORITIES OF SOCIAL-ECONOMIC  
POLICY OF THE STATE IN THE FIELD OF LIFE SAFETY**

*Рудакова Л.В., Рудаков Р.Б.  
Rudakova L.V., Rudakov R.B.  
Институт экономики УрО РАН*

*Ключевые слова:* оценка стоимости жизни, компенсационные выплаты, экономический ущерб, оценка риска для жизни

*Аннотация:* В статье поднимается вопрос о необходимости адекватной оценки стоимости человеческой жизни для проведения современной государственной политики в области обеспечения безопасности жизнедеятельности (разработки мер безопасности, компенсационных выплат, эффективного здравоохранения и деятельности аварийных служб). Рассмотрены объективные и субъективные методы определения стоимости человеческой жизни. Сопоставлены результаты расчетов стоимости человеческой жизни в России (ценность жизни россиян недооценивается) и за рубежом. Подчеркивается, что социально-экономическая политика государства должна уделять большее внимание обеспечению безопасности и продолжительности жизни граждан.

*Abstract:* The article raises the question of the need for an adequate assessment of the cost of human life for the conduct of modern state policies in the field of life safety (development of security measures, compensation payments, effective health care and emergency services). Objective and subjective methods of determining the value of human life are considered. The results of calculations of the cost of human life in Russia (the value of Russians' lives are underestimated) and abroad are compared. It is emphasized that the state's social and economic policy should pay more attention to ensuring the safety and longevity of citizens.

Распространенные рассуждения о бесценности человеческой жизни, препятствуя попыткам дать человеческой жизни количественную денежную оценку (безусловно, условную расчетную экономическую величину), по мнению многих исследователей, служат оправданием бездействия государства в сфере безопасности жизнедеятельности [1, 2, 3, 4]. Например, суммы

---

<sup>2</sup> Благодарность: Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ №16-06-00463 «Оценка экономического ущерба от неблагоприятных экологических последствий функционирования горнопромышленных объектов и разработка механизмов его компенсации».

компенсационных выплат семьям погибших становятся крайне низкими вследствие наличия у государства таких отговорок, что жизнь погибшего аморально измерять в деньгах. Следствием подобного подхода является то, что государство перестает считать нужным вкладываться в увеличение безопасности жизнедеятельности людей (экологической, производственной и т. д.), поскольку не несет значительных издержек в случае их смерти [2]. Если размер компенсации не закреплен законодательно, государство старается минимизировать свои расходы.

Оценка стоимости человеческой жизни нужна, таким образом, для проведения современной государственной политики в области компенсационных выплат семьям погибших вследствие различных аварий, катастроф, террористических актов и других чрезвычайных ситуаций. Она требуется государству и для разработки мер безопасности, политики в области здравоохранения и деятельности аварийных служб. Кроме того, оценка стоимости человеческой жизни необходима для функционирования систем страхования жизни и здоровья [5].

Высокая цена человеческой жизни, закреплённая документально, стимулирует государственные мероприятия по сокращению смертности, повышению экологической, дорожной и производственной безопасности, более эффективное здравоохранение и т. д. Оценка стоимости человеческой жизни в том или ином государстве показывает, какой объем средств оно готово вложить в увеличение безопасности во всех сферах жизнедеятельности, в нейтрализацию опасных факторов и минимизацию рисков [6].

Под «стоимостью» жизни обычно понимают объем материального возмещения в связи с гибелью человека на транспорте, производстве, в ходе выполнения должностных обязанностей или в других обстоятельствах, который население считает справедливым и оправданным [7].

Из-за неопределенности терминологии в области оценки риска и ущерба здоровью человека предлагается считать синонимами словосочетания «стоимость среднестатистической жизни», «цена жизни среднестатистического человека», «цена риска для жизни» «стоимость единицы риска для жизни».

Подходы к оценке стоимости жизни человека можно разделить на объективные и субъективные [8].

*Объективные методы* определения стоимости человеческой жизни разделяют, исходя из показателей, на основании которых делается оценка, таких как: совокупный пожизненный доход (среднедушевой пожизненный доход человека); средний ВВП на душу населения; совокупный пожизненный доход и средний ВВП на душу населения, скорректированные исходя из вероятности смерти в том или ином возрасте; общественные издержки на воспроизводство человека; баланс накопленных и потребленных человеком материальных благ и услуг.

Одним из наиболее распространенных подходов к оценке стоимости человеческой жизни является оценка на основе *теории человеческого капитала* [9, 10]. Согласно определению Организации экономического сотрудничества и развития, под человеческим капиталом понимаются «знания, навыки, умения и способности, воплощенные в людях, которые позволяют им создавать личное, социальное и экономическое благосостояние» [11].

Стоимость жизни человека представляет собой сумму доходов человека, которые он производит в течение своей жизни. При оценке ущерба от смерти человека рассчитывается недополученный доход, который мог бы принести человек с определенными характеристиками. Общественно-экономический ущерб равен выраженной в экономических показателях потере полезности.

Часто используется предположение, что общественную полезность человека можно измерить с помощью среднегодовых доходов населения. В рамках *доходного подхода* стоимость жизни человека определяется на

основании его доходов. Экономический эквивалент жизни среднестатистического человека равен отношению среднего душевого располагаемого денежного годового дохода к средней вероятности смерти в течение года. В зарубежной научной литературе большое внимание уделяется варианту этого метода – оценке стоимости среднестатистической жизни человека, который предполагает определение ССЖ как среднедушевого дисконтированного дохода за время ожидаемой продолжительности предстоящей жизни среднестатистического человека, т. е. оценку затрат на поддержание жизни на протяжении жизненного цикла человека, складывающихся из величины средних расходов человека на поддержание своей жизнедеятельности и выплат федеральных и муниципальных властей (расходов государства) на разных этапах жизни человека [12]. Данный подход часто используется страховыми компаниями при оценивании стоимости жизни человека и государственными организациями при расчете компенсационных выплат в случае смерти индивида по разным причинам. Например, в США оценки стоимости среднестатистической жизни даются Агентством по охране окружающей среды, Службой экономических исследований Департамента сельского хозяйства США и Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов Министерства здравоохранения и социальных служб США. Методика оценки среднестатистической жизни человека применяется также при межстрановых исследованиях [13].

Для оценки экономической полезности человека используют также значение показателя *валового внутреннего продукта на душу населения (ВВП)*. До недавнего времени в России не принято было задаваться вопросом об экономическом ущербе от смертности трудоспособного населения, который в первую очередь отрицательно сказывается на валовом внутреннем продукте страны. Интересное исследование проведено Л. Филипповой, проанализировавшей экономический ущерб от инфаркта миокарда (показатель

смертности по этой причине в России превышает 19%) [14]. В итоге суммарный экономический ущерб, обусловленный инфарктом миокарда, составил 57,8 млрд руб., что составляет 0,2% всего ВВП, произведенного в России в 2009 г., или финансовый результат труда 130 тыс. человек в течение года [15].

Согласно этому подходу, преждевременная смерть приносит экономический ущерб, равный среднему душевому ВВП на протяжении ожидаемой продолжительности жизни человека (исходя из средней продолжительности жизни в России).

В чистом виде подход применяется в Германии и Дании. Синтез подхода к оценке стоимости человеческой жизни с позиции теории человеческого капитала с другими применяют в США, Австралии, Австрии, Бельгии, Швейцарии [12]. Подход критикуется за его утилитарность и пренебрежение многими социально-экономическими факторами.

*Актуарный подход* предлагает производить оценку на основании среднедушевых доходов и ВВП. Его отличительной особенностью является использование развитого математического аппарата для оценки ССЖ, учитывая случайный характер времени наступления смерти. Такие математические методы широко применяются в актуарной математике [16].

В рамках *затратного подхода* ССЖ определяется как сумма затрат, необходимых для воспроизводства человека – общественных издержек на здравоохранение, образование, подготовку трудовых ресурсов и иных расходов.

*Демографический метод* предлагает определять ССЖ на основе баланса материальных благ, произведенных и потребленных человеком к некоторому возрасту. Таким образом определяется рентабельность возрастной группы населения, ее способность накопить средства и создать материальную основу для воспроизводства будущих поколений.

Вышеперечисленные подходы акцентируют полезность человека для нужд государства через его труд, такой подход игнорирует самоценность человеческой жизни, которая не зависит от способности трудиться. В связи с этим был разработан метод, основывающийся на самостоятельной оценке индивидами стоимости своей жизни при принятии разного рода решений, связанных с безопасностью.

*Субъективные методы* оценки основываются на восприятии стоимости жизни самими людьми. Данные, отражающие общественное представление о справедливости, для такой оценки получают на основании социально-экономических исследований (способ используется, например, Центром стратегических исследований компании «Росгосстрах» для мониторинга стоимости жизни в России с 2007 года).

Данный подход к оценке стоимости ущерба от потери жизни человека возник в середине 1970-х гг. и позволил преодолеть недостатки методик по измерению стоимости жизни при расчете прямых потерь, отражая субъективные оценки и предпочтения населения по снижению рисков смертности и ранений в тех или иных происшествиях [17]. Подход является элементом более широкой теоретической концепции анализа затрат и выгод (*cost-benefit analysis*), так как основан на измерении готовности или *согласия населения платить* за повышение качества жизни и общественную безопасность и на измерении желания населения принять определенную сумму денег в качестве компенсации.

Таким образом, общественная готовность заплатить за устранение или сведение к минимуму потенциального риска смерти, травматизма или повреждения имущества в результате несчастного случая эквивалентна суммарному рыночному индивидуальному спросу на повышение личной безопасности и безопасности других людей [18].

Преимущество подхода «готовность платить» состоит в возможности получения субъективной общественной оценки стоимости жизни населения. Также метод является одним из наиболее удобных и практичных для применения в социальной политике, так как результаты расчетов позволяют распределить ограниченные государственные финансовые ресурсы более рационально и эффективно [19].

Экономическая оценка риска для жизни основана на переводе натуральных оценок в денежное исчисление. Ущерб от воздействия на здоровье измеряется денежной суммой, которую общество готово заплатить, чтобы уменьшить, избежать или предотвратить воздействие. Такая экономическая оценка основана на теории стоимости, по которой стремлению улучшить качество окружающей среды, повысить степень безопасности или уменьшить уровень риска (набор нерыночных благ) соответствует готовность общества пожертвовать частью потребительских рыночных благ [4].

Для оценки стоимости единицы риска здоровья и жизни в связи с невозможностью представления в корректной форме обработки результатов опросов часто используются приближенные методы, например, основанные на *исследовании рынка труда*. В основе данного метода лежит различие в зарплатах между отраслями экономики с различным риском смерти. Предполагается, что на конкурентном рынке труда рабочие, занятые на опасном производстве, должны получать надбавку за риск. Зная уровень оплаты за сопоставимый труд в разных отраслях, различающихся по вероятности гибели работника, можно вычислить стоимость жизни как отношение разницы в годовом доходе к разнице в вероятностях смерти в течение года.

В США стоимость среднестатистической жизни в 2011 г. была равна 9,1 млн долл. США (по оценкам Агентства по защите окружающей среды США), 7,9 млн долл. США по оценкам Администрации питания и лекарств), 6 млн

долл. США (по оценкам Департамента транспорта) [20], для ЕС это значение – 3,1 млн евро (общеевропейский проект ExternE [21]).

Австралийский совет по безопасности и компенсации дает следующие оценки стоимости среднестатистической жизни (млн долл. США, 2010 г.) [22]:

- Великобритания (разброс оценок: 0,8–86,8; среднее значение: 13,0);
- Япония (разброс оценок: 6,1–15,0; среднее значение: 11,9);
- Франция (разброс оценок: 1,1–26,6; среднее значение 8,8);
- Австрия (разброс оценок: 1,9–9,8; среднее значение 6,7);
- США (разброс оценок: 0,1–37,7; среднее значение 6,7);
- Швеция (разброс оценок: 1,6–32,7; среднее значение 5,9);
- Канада (разброс оценок: 0,5–30,5; среднее значение 5,4);
- Новая Зеландия (разброс оценок: 0,8–15,9; среднее значение 5,2);
- Швейцария (разброс оценок: 1,0–10,1; среднее значение 5,0);
- Австралия (разброс оценок: 0,7–21,1; среднее значение 4,2);
- Дания (разброс оценок: 1,0– 6,5; среднее значение 3,2);
- Гонконг (разброс оценок: 2; среднее значение 2);
- Тайвань (разброс оценок: 0,2–2,2; среднее значение 1,3);
- Южная Корея (разброс оценок: 0,5–1,9; среднее значение 1,2).

В России на законодательном уровне закреплена процедура выплаты компенсации из государственного бюджета в случае смерти представителей ряда профессий, в частности, военнослужащих, работников органов внутренних дел и др. Семьям последних, например, выплачивается сумма, эквивалентная зарплате за 15 лет работы (около 4 млн руб.). Кроме того, законодательно установлена компенсация, выплачиваемая семье погибшего на производстве.

Фонд социального страхования, например, выплачивает в случае смерти работника на производстве 64,4 тыс. руб., в то время как по страховому полису ОСАГО в случае смерти водителя его родственникам полагается сумма, не



превышающая 160 тыс. руб. В случае же авиакатастрофы родственникам погибших компания-перевозчик выплачивает компенсацию в размере 2 млн руб.

Согласно исследованию, проведенному Центром стратегических исследований страховой компании «Росгосстрах», в 2013 г. стоимость человеческой жизни в России составляла 3,6 млн руб., в то время как полная потеря трудоспособности оценивалась в 3,4 млн руб. Оценка была произведена с помощью опроса почти 4000 респондентов о том, какую цену они считают справедливой в качестве компенсации родственникам за смерть человека; аналогичным образом оценивался и размер выплаты в случае потери трудоспособности [23].

В настоящее время в России нет единого метода подсчета стоимости человеческой жизни, но указанные подходы все же позволяют дать примерные оценки. Так, Российским научным обществом анализа риска проведены расчеты оценки стоимости среднестатистической стоимости жизни на основе разных подходов: для России они укладываются в диапазон 1-10 млн руб. (по теории полезности – 1,5-2,5 млн руб.; с использованием актуарного подхода – 8,5-9 млн руб.).

При проведении проектных расчетов предотвращенного ущерба, связанного со снижением ожидаемого количества смертных случаев благодаря применению превентивных мер по снижению риска для формирования стратегии социально-экономического развития территорий, рекомендуется использовать значение ССЖ 30-40 млн руб.

Значение ССЖ в диапазоне 7-10 млн руб. рекомендовано применять при установлении государственных выплат семьям погибших при ЧС; установлении страховых сумм возмещения ущерба в системе страхования жизни для профессиональной деятельности [4].

Исследователями констатируется, что ценность жизни россиян недооценивается (проявляется это в недостаточной отдаче от человеческого капитала, в низких оценках ущерба для экономики от смертей в результате несчастных случаев и болезни). Социальные и экономические последствия недооценки – в том, что государство не вкладывает большие средства в увеличение продолжительности и безопасности жизни граждан. Высокая цена человеческой жизни в развитых странах свидетельствует о том, что государство готово вкладывать значительные суммы в сокращение смертности, повышение экологической, дорожной и производственной безопасности, более эффективное здравоохранение и т. д. [2].

Приоритетом социально-экономической политики государства, таким образом, должны стать адекватные оценки стоимости жизни граждан и законодательное их закрепление.

#### Список источников

1. Гуриев С. Мифы экономики: заблуждения и стереотипы, которые распространяют СМИ и политики. 3-е изд., переработ. М.: ООО «Юнайтед Пресс». 2010.
2. Карабчук Т. С., Никитина М. В., Ремезкова В. П., Соболева Н. Э. Как оценить стоимость человеческой жизни? // Экономическая социология. Т. 15. № 1. Январь 2014. С. 89-106.
3. Зарецкий А., Иванова Т. Формирование института взаимодействия власти и бизнеса по развитию человеческого капитала в современной России / Вопросы государственного и муниципального управления. 2009. №4. С. 172–182.
4. Быков А. О методологии экономической оценки жизни среднестатистического человека // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4. № 2. С. 178-191.
5. Куклин А., Шипицына С., Нифантова Р. Экономическая оценка жизни человека. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН. 2012.
6. Трунов И., Айвар Л., Харисов Г. Эквивалент стоимости человеческой жизни / Представительная власть: законодательство, комментарии, проблемы. 2006. №3 (69). С. 24–29.
7. Аганбегян Абел Сколько стоит жизнь человека в России? / Экономика здравоохранения.
8. Стоимость человеческой жизни.  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Стоимость\\_человеческой\\_жизни](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стоимость_человеческой_жизни)
9. Becker G. 1975. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 2nd ed. New York: Columbia University Press for NBER.
10. Shultz T. 1968. Human Capital. In: Sills D. L. (ed.) International Encyclopedia of the Social Sciences. Vol. 2. New York: Macmillan Free Press; 278–286.

11. Капелюшников Р. Сколько стоит человеческий капитал России? Препринт. 2012. М.: Изд. дом ВШЭ.
12. Карабчук Т. С., Моисеева А. А., Соболева Н. Э. Исследование зарубежных методик и отечественных практик определения экономического ущерба, наносимого гибелью в результате ДТП / Экономическая социология. Т. 16. № 5. Ноябрь 2015. С. 77-101.
13. Wang H., He J. 2010. The Value of Statistical Life. A Contingent Investigation in China. Policy Research Working Paper 5421.
14. Филиппова Л. Сколько стоит инфаркт миокарда? Журнал о здоровье. MedPlus.ru. URL: <http://www.medpulse.ru/health/prophylaxis/prof/11354.html>
15. World Health Organization. Regional Report on Status of Road Safety: The South-East Asia Region. 2009.
16. Гербер Х. Математика страхования жизни. Пер с англ. – М.: Мир, 1995. – 156 с.
17. Mishan E. J. Evaluation of Life and Limb: A Theoretical Approach. Journal of Political Economy. 1971. P. 687–705.
18. Bahamonde-Birke F., Kunert U., Link H. 2015. The Value of a Statistical Life in a Road Safety Context – a Review of the Current Literature. Transport Reviews. 35 (4): 488–511.
19. Landefeld J. S., Seskin P. E. 1982. The Economic Value of Life: Linking Theory to Practice. American Journal of Public Health. 72 (6): 555–566.
20. По данным сайта «TheGlobalist» (URL: <http://www.theglobalist.com/storyid.aspx?storyid=9692>) и газеты «New York Times» URL: [http://www.nytimes.com/2011/02/17/business/economy/17regulation.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/02/17/business/economy/17regulation.html?_r=0).
21. Externalities of Fuel cycles: «ExternE Project», Volumes 1-8, European Commission, DG XII, 1994-1998.
22. Wang H., He J. 2010. The Value of Statistical Life. A Contingent Investigation in China. Policy Research Working Paper 5421.
23. Стоимость человеческой жизни. 2013. Центр стратегических исследований. URL: <http://www.rgs.ru/pr/csr/lifecost/index.wbp>

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

### FEATURES OF FORMATION OF HYDROGEOLOGICAL SYSTEMS IN MINING AREAS OF THE MIDDLE URALS

Рыбникова Л.С., Рыбников П.А.  
Rybnikova L.S., Rybnikov P.A.  
Институт горного дела УрО РАН

*Ключевые слова:* водные объекты, водоотлив, затопление, качество подземных вод

*Аннотация:* Исследование количественных и качественных изменений гидросферы в зоне влияния горнометаллургического комплекса являются основой принятия управленческих решений, направленных на эффективную отработку природных и техногенных месторождений, снижение экологической нагрузки в районах добычи полезных ископаемых. Ведущим инструментом решения таких задач является гидрогеологическое моделирование, особенно в старопромышленных районах, где для прогноза состояния гидросферы необходимо учитывать наличие большого числа разнообразных объектов воздействия и разнонаправленных процессов преобразования подземных и поверхностных вод. Очаги сосредоточенной разгрузки шахтных вод после затопления характеризуются повышенными (по сравнению с периодом отработки) значениями макро-, микрокомпонентов и редкоземельных элементов. Установлены закономерности формирования гидродинамической и гидрогеохимической обстановки, которые определяют процессы подтопления территории и распространения загрязнения подземных вод после затопления рудников.

*Annotation:* A study of quantitative and qualitative changes of the hydrosphere in a zone of influence of mining and smelting complex are the basis of management decisions aimed at effective testing of natural and manmade deposits, the reduction of the environmental load in the areas of mining. A leading tool for solving such problems is the hydrogeological modelling, especially in the old industrial areas, where to predict the state of the hydrosphere is necessary to consider the presence of a large number of different receptors and different processes of transformation of underground and surface waters. Sites of concentrated discharge of mine waters after flooding are characterized by increased (in comparison with the period of mining) with the values of macro, micro and rare-earth elements the regularities of the formation of hydrodynamic and hydrogeochemical conditions, which determine the processes of territory and contamination of groundwater after flooding the mines.

К настоящему времени многие страны, ранее в течение столетий интенсивно развивавшие горную промышленность, исчерпали запасы полезных ископаемых и прекратили или значительно снизили горнодобывающую активность. Независимо от состояния горных работ наравне с задачами

развития горной промышленности все более актуальными становятся не только проблемы ликвидации нерентабельных предприятий, но и вопросы управления опасностями в районах старых отработанных рудников, где горнодобывающая деятельность завершена достаточно давно, анализа территории ведения горных работ для выделения областей (зон) по типам «техногенного поражения» [3].

На Среднем Урале одним из основных факторов, определяющих степень изменения ландшафта и состояние гидросферы является разработка месторождений твердых полезных ископаемых [1]. В особенности это характерно для бассейнов малых рек, которые в свою очередь определяют качество воды средних и крупных рек. Завершение отработки провоцирует возникновение целого ряда проблем, унаследованных всей историей освоения территории. Экологический ущерб от горнодобывающей деятельности остается одной из основных причин деградации поверхностных и подземных объектов. Прогноз состояния экосистем старопромышленных территорий необходим для выявления типов водных объектов, подлежащих реабилитации (где возможно возвращение экологически приемлемых свойств и качеств) и полностью утраченных (восстановление нереально).

Ущерб, наносимый водным объектам вследствие сброса очищенных шахтных вод как при отработке рудника, так и после его ликвидации, превышает сотни миллионов рублей [6]. При этом шахтные воды затопленных медноколчеданных рудников могут рассматриваться как возобновляемые месторождения гидроминерального сырья: в концентрациях, превышающих промышленные содержания, находятся цинк, марганец, кобальт, редкоземельные элементы. Извлекаемая ценность цветных металлов и редкоземельных элементов составляет сотни миллионов рублей в год. Их переработка позволит снизить экологическую нагрузку на гидросферу, уменьшить платежи за ущерб и получить дополнительный доход при разработке месторождений гидроминерального сырья [8].

### *Закономерности формирования гидродинамических систем*

Применительно к горнопромышленным территориям с использованием моделирования решаются многие задачи теоретического, методического и практического направления, в том числе: выявление закономерностей формирования эксплуатационных ресурсов горнопромышленной территории [7]; обоснование геофильтрационной модели массива горных пород в области влияния обрабатываемых и ликвидируемых рудников [5]; выбор дренажных мероприятий при открытой и подземной отработке; прогноз качества шахтных вод. Особое значение гидрогеологическое моделирование экосистем приобретает в старопромышленных районах, где для прогноза состояния гидросферы необходимо учитывать наличие большого числа разнообразных объектов воздействия и разнонаправленных процессов преобразования подземных и поверхностных вод. Завершение отработки горнодобывающего объекта не означает прекращение негативного воздействия его всей инфраструктуры, складывавшейся в течение десятилетий.

После отключения всех откачивающих устройств начинается заполнение емкости горных выработок, подработанного массива, а также восстановление уровня подземных вод в пределах ранее созданной депрессионной воронки. Прогноз предельного положения уровня и времени его достижения определяет восстановительные мероприятия и способы очистки шахтных вод, но является весьма неопределенным. Несмотря на наличие хорошо проработанных моделей (аналитических, эмпирических и численных) для прогноза заполнения депрессионных воронок в районе отработанных шахт, достоверная оценка для конкретного объекта всегда проблематична независимо от сложности используемого аппарата. Как правило, закономерности, установленные опытным путем, в значительной мере могут определить успех калибровки численных моделей, которые основываются на концептуальных моделях.

Продолжительность затопления рудников Среднего Урала как правило составляет 4 - 6 лет, скорость затопления в среднем около 15 м в месяц (от 30 - 40 м в месяц в начале процесса до 5 – 10 м в месяц и менее на завершающем этапе).

В вертикальном разрезе здесь (как и в целом на Среднем Урале) выделяются две зоны различной обводненности пород. Наиболее обводненной является верхняя трещиноватая часть пород, включающая кору выветривания и распространяющаяся в различных участках до глубины 50-80 м. Вторая зона менее трещиноватая и обводненность ее носит локальный характер, так как в большинстве случаев приурочена к зонам тектонических нарушений и литологических контактов.

Отработка шахтами с поэтажным обрушением, образование зон обрушения и сдвижения привело к существенным изменениям фильтрационных характеристик и условий питания некоторых участков водоносного горизонта, приуроченных к зонам обрушения и сдвижения. Для количественной оценки этих показателей необходимо воспроизведение на математической модели всей гидродинамической истории отработки и последующей ликвидации месторождения. Учитывая достаточно быструю стабилизацию гидродинамических возмущений (для трещиноватых пород в ограниченных гидрогеологических структурах не более пяти лет), можно выделить опорные стационарные периоды и выполнять решение обратных задач для этих периодов в стационарной постановке [2].

Исследования проводятся в программной среде ModTech - программная система для моделирования процессов геофильтрации и массопереноса в подземной гидросфере (разработка компании "Геолинк Консалтинг").

Закономерности формирования водно-балансовых составляющих определяются как природными (инфильтрация, проводимость, границы), так и техногенными факторами: увеличением глубины техногенной трещиноватости;

формированием притока из пруда отстойника (рис. 1). После затопления расход разгрузки шахтных вод техногенного водоема на 50% обеспечивается инфильтрацией в пределах зон обрушения [5].

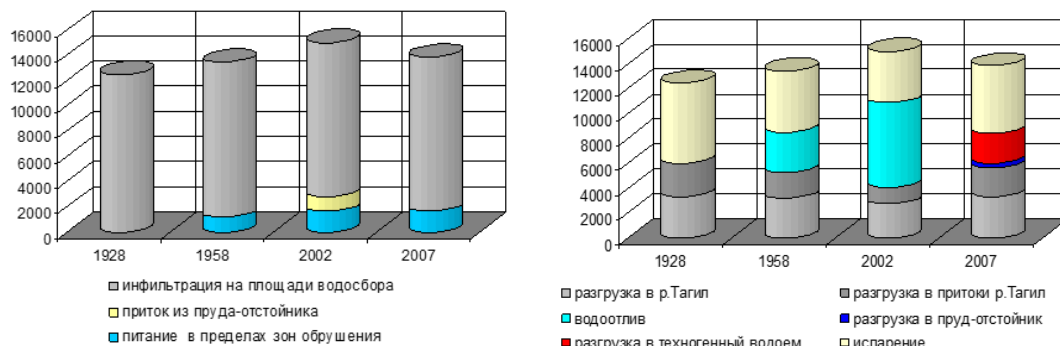


Рисунок 1 - Водно-балансовые составляющие в области гидродинамического влияния Левихинского рудника в различные периоды его освоения (м<sup>3</sup>/сут).

В целом, решение серии обратных задач позволило уточнить фильтрационные параметры исследуемой области, проверить физическую непротиворечивость модели, а также разработать концептуальную и математическую гидрогеологическая модель района Левихинского медноколчеданного рудника.

Решение прогнозных фильтрационных задач, имитирующих затопление Левихинского рудника, было направлено на определение зоны выхода шахтных вод на поверхность, скорости заполнения подземных выработок, области подтопления (рис. 2). Было установлено, что подземные выработки будут полностью затоплены за 3 года, наибольший расход шахтных вод ожидается в районе бывшей шахты Левиха XII – порядка 100 м<sup>3</sup>/час, где формируется техногенный водоем, заполненный кислыми водами. В случае бесконтрольного затопления рудника фронт загрязнения от затопленного Левихинского рудника достигает р.Тагил за 5 лет и будет характеризоваться повышенными концентрациями на участке разгрузки загрязненных подземных вод по основным компонентам-загрязнителям.



Наиболее эффективным водоохраным мероприятием в такой ситуации является перехват загрязненных подземных вод к востоку от рудника для их нейтрализации и последующего отвода в существующий пруд-отстойник. В случае реализации этих мероприятий площадь подтопления значительно сокращается, а содержания металлов и сульфатов цинка на участке разгрузки подземных вод в р.Тагил снизятся в несколько раз.

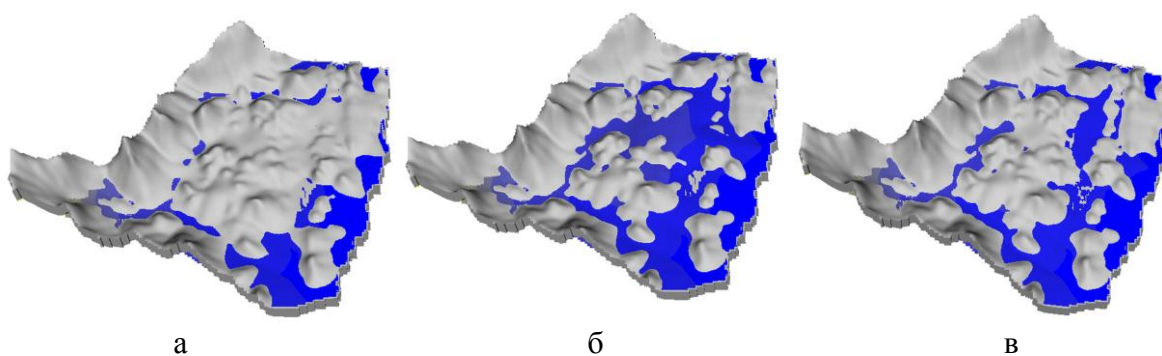


Рисунок 2 – Подтопление территории Левихинского рудника (синим цветом показаны участки, где глубина залегания уровня подземных вод менее 1 м): а - в естественных условиях, б - после прекращения водопонижения без дренажных мероприятий, в - после прекращения водопонижения с дренажными мероприятиями.

#### *Закономерности формирования гидрогеохимических систем*

В результате перераспределения химических элементов в процессе горнодобывающей деятельности и после ее завершения после затопления рудников отмечается существенно нестационарный гидрохимический режим [9]. Так, на затопленном в 2003 г. Левихинском руднике содержание большинства показателей химического состава до настоящего времени (через 10 лет после прекращения водоотлива) в 2–3 раза выше, чем в период водоотлива. При этом в первые годы происходит резкий рост содержания большинства компонентов (для Левихинского рудника это примерно 5-кратное увеличение), затем начинается постепенное снижение показателей, которое может продолжаться десятки лет.

В р. Тагил ниже сброса очищенных шахтных вод отмечаются значительные превышения предельно-допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>): для цинка ( $K_{\text{ПДК}}^3 = 197$ ), меди ( $K_{\text{ПДК}} = 130$ ), марганца ( $K_{\text{ПДК}} = 102$ ), железа ( $K_{\text{ПДК}} = 43$ ). Необходимо отметить, что выше сброса вода р. Тагил также (как и ранее) не соответствует ПДК<sub>р/х</sub> по ряду показателей, в частности, по меди ( $K_{\text{ПДК}} = 20$ ), марганцу ( $K_{\text{ПДК}} = 19$ ), цинку ( $K_{\text{ПДК}} = 7$ ), железу ( $K_{\text{ПДК}} = 5$ ), при этом после сброса сточных вод содержание тяжелых металлов в воде реки увеличивается в 5–29 раз, сульфатов в 2,5 раза.

В целом степень загрязнения вод р. Тагил тяжелыми металлами после затопления увеличилась в 3,5 раза. Учитывая нестационарный характер формирования загрязняющих компонентов в шахтных водах и тенденцию к снижению их содержания [6], можно ожидать улучшения состояния поверхностных вод в районе Левихинского рудника. Однако даже после достижения предполагаемых предельных значений показателей химического состава шахтных вод их очистка без включения в существующую схему дополнительных элементов не будет оптимальной, а уровень загрязнения р. Тагил останется достаточно высоким.

Анализ ситуации в районе затопленного Дегтярского рудника показывает, что по многим загрязняющим веществам концентрации их в ходе нейтрализации и осветления в Ельчевском пруду-отстойнике не доводятся до питьевых кондиций (коэффициент концентрации по ПДК для централизованного питьевого водоснабжения для сухого остатка  $K_{\text{ПДК}}=1,3$ ; для сульфат-иона  $K_{\text{ПДК}}=1,7$ ; для марганца  $K_{\text{ПДК}}=2$ ) и до требований водоемов рыбохозяйственного значения (коэффициент концентрации по ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения для сухого остатка  $K_{\text{ПДК}}=1,3$ ; для

---

<sup>3</sup> Коэффициент концентрации по ПДК<sub>р/х</sub> – кратность превышения ПДК<sub>р/х</sub>:  $K_{\text{ПДК}} = C/C_{\text{ПДК}}$ , где  $C$  – текущая концентрация загрязняющего вещества,  $C_{\text{ПДК}}$  – нормируемая концентрация этого же вещества в водоемах рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>) [4].

сульфат-иона  $K_{\text{ПДК}}=8$ ; для меди  $K_{\text{ПДК}}=10$ ; для марганца  $K_{\text{ПДК}}=20$ ; для цинка  $K_{\text{ПДК}}=20$ ) [6]. При этом весь сток нейтрализованных вод с территории отработанного Дегтярского месторождения направляется по р. Исток к Ельчевскому пруду-отстойнику и далее в Волчихинское водохранилище, которое является самым крупным источником питьевого водоснабжения Свердловской области и основным для г. Екатеринбурга.

### *Выводы*

С использованием концептуальной и цифровой планово-пространственной гидрогеомиграционной модели затопленного рудника установлены закономерности подтопления территории и распространения загрязнения подземных вод от зоны обрушения, где сформирован ареал загрязнения.

На основе гидрогеохимического анализа шахтных вод установлены пространственно-временные закономерности распределения компонентов в подземных водах нарушенной зоны медноколчеданных рудников на этапе отработки и после прекращения водоотлива.

### Список источников

1. Антонинова Н.Ю., Шубина Л.А. Актуальные проблемы сохранения и восстановления земельных ресурсов Уральского федерального округа // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. 2012. №14 (1-8). С. 2032-2035.
2. Гидрогеологические исследования в горном деле / Под ред. В.А.Мироненко. М.:Недра, 1976. 352 с.
3. Корнилков С.В. О прикладных аспектах развития геоинформационных систем горнодобывающих предприятий // Проблемы недропользования. 2016. №4 (11). С. 131-140.
4. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: изд-во ВНИРО. 2011. 257 с. Утверждены приказом федерального агентства по рыболовству от 18.01.2010 г. приказ №20.
5. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. Геофильтрационная модель массива горных пород в области влияния отрабатываемых и ликвидируемых рудников горноскладчатого Урала // Литосфера. 2013. №3. С. 130-136.
6. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. Влияние экологического ущерба, накопленного от горнодобывающей деятельности, на состояние гидросферы Среднего Урала // Водное хозяйство России. 2013. № 6. С. 110-118.

7. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. Особенности формирования запасов месторождений подземных вод, эксплуатируемых дренажными системами на горно-складчатом Урале // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 3. С. 204-219.
8. Рыбникова Л.С., Рыбников П.А. Эколого-экономическая оценка шахтных вод на примере затопленных медноколчеданных рудников Урала // Водное хозяйство России. 2016. № 1. С.52-65.
9. Wolkersdorfer C. Water management at abandoned flooded underground mines. Fundamentals. Tracer tests. Modelling. Water treatment. Springer. 2008. 465 p.

**ТЕОРИЯ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ ПРИ  
КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**THE THEORY OF WORLD TREATMENT IN COSMOECOLOGICAL  
RESEARCHES**

*Ряпосов А.П.  
УО МАНЭБ*

*Ключевые слова:* тяготение, барионные тела, физический вакуум, темная материя, ускорение, гравитон, астрономический объект.

*Аннотация:* Установлено неизвестное ранее явление, заключающееся в движении с ускорением частиц физического вакуума (предположительно, гравитонов) в пределах астрономических объектов и всей Вселенной. Дано новое определение понятия «Астрономический объект», определена его макроструктура и границы в Мировом пространстве.

*Abstract:* An unknown phenomenon is established, consisting in the motion with acceleration of physical vacuum particles (presumably gravitons) within astronomical objects and the entire Universe. A new definition of the concept "Astronomical object" is given, its macro-structure and boundaries in the World space are defined.

Закон всемирного тяготения является одним из универсальных законов природы и гласит: все тела притягиваются друг к другу; тела двигаются друг к другу с ускорением; вблизи поверхности Земли значение ускорения свободного падения  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ .

Однако, до настоящего времени сама природа гравитации до конца не изучена и ни одна из существующих теорий о гравитации механизм возникновения ее, как явления, не раскрывает.

В таких случаях говорят, что у природы никаких тайн нет, но она умеет их хранить.

В самом деле, с времени открытия гравитации Ньютоном прошло немало лет, но «тайн» пока не убавилось. Поэтому любая крупица новых знаний по

данному вопросу является большой ценностью для науки и получение этих знаний является актуальным.

Большой вклад в развитие теории гравитации сделал С.Г. Бураго. Перечень его работ на данную тему представлен на сайте [2]. Ряд публикаций С.Г. Бураго [1] приняты нами во внимание при написании данной статьи.

В работах С.Г. Бураго предполагается, что Вселенная заполнена движущейся темной (невидимой или прозрачной) материей. Объекты обычной барионной материи (например, элементарные частицы, твердые вещества, жидкости, газы, планеты, звезды и галактики) существуют в океане темной материи и представляют собой специальные подвижные формы темной материи. Все барионы постоянно поглощают темную материю. Это приводит к тому, что около всех материальных тел возникают радиальные течения темного газа к их центрам. При поглощении темной материи масса барионной материи растет. На поверхности элементарных частиц имеет место фазовое превращение газообразной темной материи в жидкость и твердое вещество.

С.Г. Бураго считает, также, что процесс поглощения темной материи из окружающего пространства является необходимым условием существования барионной материи.

На основании приведенных выше представлений о взаимодействии темной и барионной материй, С.Г. Бураго путем теоретического решения проблемы тяготения, определил силу, с которой каждое из тел через промежуточную среду темной материи действует на другое тело. Формула, по которой С.Г. Бураго определил силу, по форме совпадает с формулой Ньютона и является эмпирической.

Не вступая в полемику с автором известных публикаций о тяготении, отметим, что ряд предположений С.Г. Бураго относительно взаимодействия барионной и темной материй и теоретическое решение проблемы тяготения

являются оригинальными и соответствующим образом могут быть использованы коллегами при решении аналогичных задач.

Однако, корректного решения проблемы тяготения С.Г. Бураго получить не удалось вследствие неверных предположений о скорости частиц физического вакуума в мировом пространстве, о механизме и истинных причинах «тяготения» барионных тел.

В основу новой теории Всемирного тяготения и антигравитации положены ряд гипотез и понятий, суть которых заключается в следующем:

1. предложено новое (не зависимое от известных) определение понятия «Астрономический объект» (АО); установлена его структура и границы в Мировом пространстве;

2. открыто неизвестное ранее явление, заключающееся в движении частиц физического вакуума (гравитонов) Вселенной с ускорением;

3. раскрыт механизм расширения Вселенной и принцип антигравитации.

В настоящее время под «Астрономическим объектом» понимают «гравитационно связанные структуры из нескольких тел, представленные звездными скоплениями, туманностями и галактиками».

Однако, данное понятие не соответствует современным представлениям об устройстве Вселенной и механизме взаимодействия небесных тел между собой. В связи с этим не целесообразно, в дальнейшем, развитие и использование данного определения (АО) как научного факта.

Систематизируя теоретические представления ряда исследователей Вселенной, а также экспериментальные данные, подтверждающие наличие взаимодействия физического вакуума с барионными телами, **астрономическим объектом**, как единое целое, следует считать космические тела, существующие в виде планет, звезд и других космических тел, вместе с окружающей их

оболочкой физического вакуума определенного размера и определенной структуры.

Другими словами, космические тела Вселенной (каждое из них) физически объединены в единое целое с определенной частью окружающего их океана физического вакуума, представленного в виде оболочек определенного размера и определенной структурой, являются **астрономическими объектами** и опосредованно находятся во взаимодействии с барионными телами всей Вселенной через физический вакуум, как промежуточную среду.

Однако, выражение «**находятся во взаимодействии**» не идентично известным понятиям «**тяготение**» и «**антигравитация**», но имеет собственное толкование. Речь об этом пойдет ниже.

Согласно представлениям, изложенным еще много лет назад С.Г. Бураго (1983г) и многих других, более современных исследователей [3] физический вакуум является расходуемым материалом (напомним: «... процесс поглощения темной материи из окружающего пространства является необходимым условием существования барионной материи»). В связи с этим, представляется возможным далее выяснить каким образом происходит «**перераспределение**» эфира между небесными телами, т.е. «**земельный передел**» его.

Это даст, в свою очередь, возможность сформировать представление об особенностях перемещения физического вакуума в пределах астрономических объектов и в пространстве в целом и установить его макроструктуру.

Решение поставленной задачи может быть получено лишь при условии движения частиц физического вакуума (гравитонов) с **ускорением** как в пределах астрономических объектов, так и за их пределами, т.е. во всей Вселенной.

Представленные ниже материалы показывают, каким образом движение гравитонов во Вселенной происходит с ускорением.



Процесс ускоренного движения частиц физического вакуума провоцируют исключительно барионные тела. Исполнительным «органом» является сам физический вакуум.

Связано это с тем, что темная материя, соприкасаясь с известными элементарными частицами барионных тел, утрачивает свою суть, претерпевая фазовое превращение «эфирное вещество» - «земная материя».

Это означает, что какая-то часть физического вакуума присоединяется к элементарным частицам барионных тел и изменяют их физико-химические свойства, другая часть темной материи существует далее в виде электромагнитной или тепловой энергии. Весьма вероятно, что при этом присутствуют и другие эффекты превращения космической энергии в «земную».

При этом, образовавшееся «земное вещество» многократно плотнее «темной материи». В настоящее время критическая плотность физического вакуума принята равной  $(0,6 \pm 0,1) \times 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>; средняя плотность «земного вещества» составляет 5,0 г/см<sup>3</sup>.

В результате указанного выше фазового превращения «физический вакуум» - «земная материя» в недрах планет (в порах барионных тел) непрерывно, вновь и вновь, образуется «пустота», которая также непрерывно заполняется новыми порциями физического вакуума, движение частиц которого направлено к центру барионных тел и происходит с **ускорением**.

Непрерывно и продолжительное время (миллиарды лет, с момента их зарождения) барионные тела «пьют» физический вакуум и постоянно увеличивают свою массу. И как только к любому барионному телу присоединяется хотя бы один гравитон, происходит передел пространства Вселенной между астрономическими объектами.

То есть происходит изменение макроструктуры Мирового пространства и перестановка всех барионных тел, существующих в нем в виде планет и звезд.

Новой границей АО в пространстве является некая эквипотенциальная поверхность его оболочки физического вакуума, которая удалена от других планет и звезд пропорционально их массам.

Теперь, когда выявлен ряд фактов, подтверждающих причастность барионных тел к «переработке» физического вакуума в материальные тела (путем непрерывного поглощения его и непрерывной потребности в нем), предоставляется возможность установить каким образом в Мировом пространстве достигается эффект движения гравитонов с ускорением.

С этой целью на рисунке изобразим астрономический объект, в котором астрономическим телом является, например, планета Земля (1) с поверхностью (2), для определенности сферической формы, с радиусом  $r$ . Планета помещена в оболочку физического вакуума (3), ограниченной поверхностью (4), выше названной нами некой эквипотенциальной поверхностью, символизирующей «границу» АО в пространстве (8).

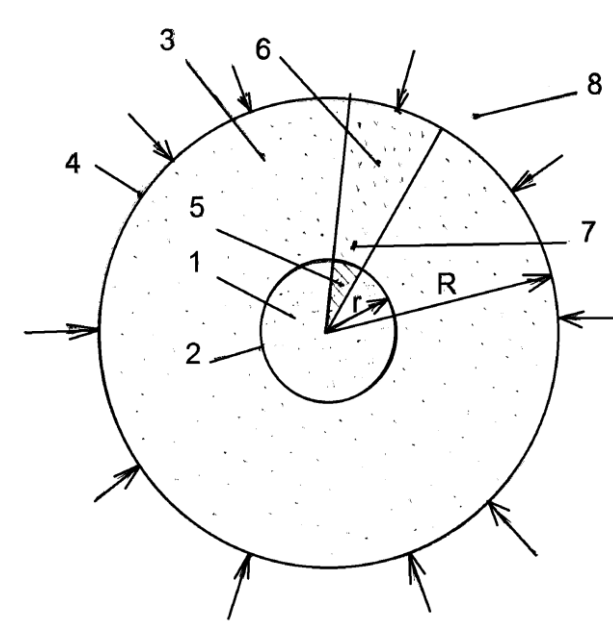


Рисунок. Устройство астрономического объекта.

В теле АО выделим участок в виде конусного тела, вершина которого находится в его центре.

Данное коническое тело состоит из двух частей — конуса (5), помещенного в теле планеты и усеченного конуса (6), расположенного в теле оболочки физического вакуума (3), окружающего планету. Образующая конусного тела имеет радиус (R).

Как и во всем теле АО, так и в выделенной для наблюдения его конусной части, физический вакуум через наружную поверхность оболочки течет в центр планеты в радиальном направлении.

Задача об ускорении струй ФВ может быть решена методами механики сплошной среды.

Физический вакуум, как особое физическое тело, будем рассматривать непрерывным и неделимым физическим телом (напомним, его плотность ( $\rho$ ) установлена равной  $(0,6 \pm 0,1) \times 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>; ФВ обладает давлением (P) по абсолютной величине равное плотности материи, т.е.  $(0,6 \pm 0,1) \times 10^{-29}$  г/см<sup>2</sup>; физический вакуум взаимодействует с барионными телами).

Легко увидеть далее, что рассматриваемое конусное тело АО имеет форму конической трубы и является аналогом конических сходящихся насадок, применяемых в технике, например, в качестве сопел гидромониторов и активных гидравлических турбин, наконечников брандспойтов, в эжекторах и инжекторах для создания вакуума.

Их основное назначение - **увеличить скорость истечения жидкости для создания в струе большой кинетической энергии.** В [4] описаны соответствующие методики расчетов эффективности конических насадок гидравлических систем.

Очевидно, течение ФВ в теле АО также происходит с непрерывным увеличением его скорости вплоть до его центра (вначале по «трубе» в форме усеченного конуса до поверхности планеты, потом по «трубе» в форме конуса, расположенного в теле планеты; тело АО может быть представлено в виде множества таких конических «насадок»).

Вышеизложенное свидетельствует: *открыто ранее неизвестное явление, заключающееся в движении потоков физического вакуума Вселенной с ускорением, направление движения которых устремлено в геометрический центр планет и звезд; гравитоны, соприкасаясь с известными элементарными частицами планет и звезд и им подобных образований, утрачивают свою суть в результате присоединения их к барионным телам или превращения в другие виды энергии.*

Итак, движение гравитонов с ускорением является очевидным.

Взаимодействие гравитонов с барионными телами подтверждено экспериментально [3].

Гравитон, взаимодействуя с барионным телом обменивается массой с ним и передает, тем самым, импульс движения.

Что далее? Каким образом открытие движения с ускорением частиц физического вакуума может быть связано с проблемами гавитации?

Ответ на поставленный вопрос заключается в следующем.

Известно, тела, падающие вниз, движутся с ускорением. Известно также, что когда тело движется с ускорением, то всегда можно указать другое тело или несколько тел, влияние которых вызвало ускорение.

В отношении тел, приподнятых над Землей на некоторую высоту и претерпевающих свободное падение, говорят: телом, вызвавшим их ускорение, является Земля.

Это заключение является неверным и не соответствует действительности.

Более правильно предположить, что телом, вызвавшим ускорение свободно падающих тел является физический вакуум, непрерывным потоком движущийся с ускорением из Вселенной в центр Земли. Земля же, хоть и является важным звеном, провоцирующим поток эфира в ее сторону, но не телом, «вызвавшим» ускорение.

Роль Земли в том, что она, обладая определенной массой, определяет массу поступающего в нее физического вакуума, а следовательно и величину его ускорения. Роль Земли в вопросах тяготения не умалается, но она (Земля) не может притягивать к себе барионные тела. Барионные тела к ней просто «тянутся», правда не по доброй воле, они увлекаются движущимся потоком физического вакуума.

Действительно, предметы, о которых идет речь (приподнятые на некоторую высоту от Земли), находятся в потоке физического вакуума, движущегося с ускорением в центр планеты. При этом определенная часть массы темной материи поглощается материальным телом, приподнятым над Землей, при их соприкосновении. Поглощенная материальным телом масса физического вакуума передает последнему импульс движения величиной, зависимой от массы наблюдаемого нами предмета. В результате, барионное тело (приподнятое над Землей) массой ( $M$ ) приобретает ускорение ( $G$ ), известное нам как ускорение свободно падающего тела ( $g$ ), сила которого ( $F$ ) пропорциональна массе падающего тела ( $m$ ), т.е.

$$F_{\text{гп}} = mg = MG, \quad (1)$$

где  $M$  — масса физического вакуума в единице объема, г;

$G$  — ускорение физического вакуума, см/с<sup>2</sup>.

Примем для определенности, массу свободно падающего тела (7) равной 1г с плотностью, равной 1г/см<sup>3</sup>, тогда

$F = 1\text{г} \times 981 \text{ см/с}^2 = (0,6 \pm 0,1) \times 10^{-29} \text{ г} \times G \text{ см/с}^2$ , откуда ускорение физического вакуума

$$G = 1,64 \times 10^{32} \text{ см/с}^2.$$

Наибольшая радиальная скорость ФВ достигается в центре планет.

Полученное значение  $G$ , в нашем понимании, соответствует скорости движения тела, как **мгновенная**, что не противоречит современным представлениям о движении материи Вселенной.

Заключение. Ускорение свободно падающего тела осуществляется потоком физического вакуума, движущимся также с ускорением из космоса в центр планет. Действительно, тело может двигаться с ускорением при условии, что сила, действующая на него, также увеличивается.

#### Список источников

1. Бураго С. Г. «Явление обмена массой и энергией между материальными телами и межзвездным эфирным газом. Заявка на открытие.» от 18 апреля 1983г., (РФ).
2. Бураго С. Г. Сайт: <http://buragosg.narod.ru/>
3. Чернин А.Д. «Физический вакуум и антигравитация». УФН, 2008, 178: 3, стр. 267-300.
4. Газодинамика. Учебное пособие для студентов. Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011, Тамбов

## КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТИГРАВИТАЦИИ

### COSMOECOLOGICAL ASPECTS OF ANTIGRAVITATION

*Ряпосов А.П.*  
*УО МАНЭБ*

*Ключевые слова:* тяготение, антигравитация, фрагменты астрономических объектов, ускорение, физический вакуум, темная энергия, галактика, космология.

*Аннотация:* Теоретически установлено, известное явление природы «Тяготение» и новый физический феномен «Антигравитация» конгруэнтны по сути и отражают одно и то же явление природы — характерное (с ускорением) движение барионов — фрагментов астрономических объектов (АО) в потоке физического вакуума (ФВ), движущегося в центр планет, звезд и галактик. Вектор ускорения барионов также направлен в центр астрономических объектов, составной частью которых они являются.

*Abstract:* It is theoretically established that the well-known phenomenon of nature "Gravitation" and the new physical phenomenon "Antigravitation" are congruent in nature and reflect the same phenomenon of nature - the characteristic (with acceleration) motion of baryons - fragments of astronomical objects (AO) in the flow of physical vacuum (ФВ), moving in the center of the planets, stars and galaxies. The acceleration vector of baryons is also directed to the center of astronomical objects, of which they are an integral part.

В 1998-1999гг. две группы астрономов-наблюдателей открыли космическую антигравитацию и космический вакуум [7].

Главный смысл новейших открытий в космологии, описанный в [7] и представленный в интерпретации Чернина А.Д. [6], заключается в следующем:

– В наблюдательной Вселенной доминирует физический вакуум, по плотности энергии он превосходит все обычные формы космической материи вместе взятые. Вакуум обладает не только определенной плотностью энергии, но также и давлением.

– Вакуум создает поле антигравитации, которое вызывает ускорение космологического расширения в современную эпоху.

– Антитяготение проявляет себя как космическое отталкивание,

испытываемое далекими галактиками.

– Всемирное антитяготение — новый физический феномен, открытый в астрономических наблюдениях на расстояниях в 5-8 млрд световых лет.

– Антитяготение создается не галактиками или какими-либо другими телами природы, а неизвестной ранее формой *энергии/масса*, получившей название темной энергии.

Чернин А.Д. отмечает, что это не теории или гипотезы, которые предстоит проверить на опыте, а прямое следствие надежных наблюдательных данных. Открытие сделано на основании изучения далеких вспышек сверхновых звезд.

В [6] представлено, также, теоретическое решение проблемы «антитяготения». С этой целью автор предполагает: «... Если плотность вакуума положительная, то давление — отрицательно. Связь между давлением ( $P_v$ ) и плотностью ( $\rho_v$ ), т.е уравнение состояния, имеет для вакуума вид:

$$P_v = -\rho_v.$$

«Это и только это уравнение состояния совместимо с определением вакуума, как формы энергии с всюду и всегда постоянной плотностью, независимо от системы отсчета», — утверждает автор [6].

Однако механизм взаимодействия физического вакуума, «создающего поле антигравитации», и космических тел, в результате которого «галактики хаббловского потока движутся как пробные частицы на идеально регулярном фоне вакуума, который их разгоняет (верней, подгоняет)», авторами цитированных ранее публикаций не установлен.

Теоретическое решение задачи об антитяготении, представленное в [6], является эмпирическим и также не дает ответ на главный вопрос — каким образом осуществляется движение астрономических тел с ускорением.

Данный подход к решению задачи об «антигравитации» сдерживает развитие космологии и способствует ложному пути ее развития.



Наше видение проблемы «Антигравитация» находится в контексте с новой теорией гравитации [5] и представлениях о свойствах физического вакуума, изложенных Черниным А.Д. [6], Бураго С.Г. [2, 3] и основано на результатах анализа, проведенного ниже.

Суть тесной связи новой теории гравитации и антигравитации заключается в следующем:

Объектами исследований (наблюдений) являются барионные тела и физический вакуум.

Согласно [2, 3] объектами барионной материи являются элементарные частицы, твердые вещества, жидкости, газы, планеты, звезды и галактики. При этом:

- Вселенная заполнена движущейся темной материей (физическим вакуумом);

- физический вакуум обладает определенной плотностью энергии и давлением;

- вакуум имеет всюду и всегда однородную и постоянную плотность;

- объекты обычной барионной материи существуют в океане темной материи и представляют собой специальные подвижные формы темной материи;

- наличие радиальных потоков темного газа к центрам барионных тел приводит к возникновению силы тяжести;

- ядра атомов, из которых состоят молекулы и сами тела, в том числе планеты и звезды, не являются непреодолимой помехой для движения барионных тел сквозь темную материю и для течения темной материи сквозь эти тела.

Объекты наблюдений — барионные тела — движутся с ускорением.

При этом:

- согласно [6]: «Антигравитация движущихся материальных тел с ускорением создается не галактиками или какими-либо другими телами природы, а *неизвестной* ранее формой энергии/массы, получившей название темной энергии»;

– согласно [5]: «Телом, вызывающим ускорение свободно падающих тел, является физический вакуум (темная материя), непрерывным потоком движущийся с ускорением из Вселенной в центр планеты»;

– также, согласно [5]: «ускорение свободно падающего тела (в пределах АО) осуществляется потоком физического вакуума, также движущегося с ускорением из космоса в центр АО.»

Предполагается далее, барионные тела — фрагменты взорвавшейся звезды, наблюдаемые астрономами-авторами теории антигравитации, и тела, обычно наблюдаемые исследователями при изучении явления тяготения, не обладают статусом «Астрономический объект» (определение которому дано в [5]), но являются лишь фрагментами экс-астрономического объекта.

Суть данного предположения поясним, воспользовавшись материалами интернет-источников [1, 4].

«Сверхновая звезда или вспышка сверхновой — феномен, в ходе которого звезда резко меняет свою яркость на 4-8 порядков (на десятков звездных величин) с последующим сравнительно медленным затуханием вспышки, является результатом *катаклизмического процесса*, возникающего в конце эволюции некоторых звезд и сопровождающегося выделением огромной энергии...»

«Взрыв сопровождается выбросом значительной массы вещества из внешней оболочки звезды в межзвездное пространство, а из оставшейся части вещества ядра взорвавшейся звезды, как правило, образуется компактный объект — нейтронная звезда либо черная дыра.»

«За пять тысяч лет в человеческой истории сохранились сведения о более, чем двухстах вспышек звезд, если ограничиться такими, которые превышали по блеску 3-ю звездную величину. Самые яркие и долго наблюдавшиеся из них были, как оказалось, сверхновыми — самым ярким по светимости и редким классом взрывных звезд.»

Причины катаклизмов, однако, астрономы назвать затрудняются — предположительно, это может быть как звездное слияние, так и образование сверхновых звезд.

Так, например: «... звезды, которые более чем в восемь раз превышают по массе наше Солнце, рано или поздно «схлопываются» под собственной тяжестью и взрываются.»

Или: «... в центре — ядро, состоящее из сжатого газообразного железа, разогретого до нескольких миллионов градусов. Оно спрессовано настолько плотно, что кубик для игры в кости из такого материала весил бы десятки тысяч тонн. С этого момента катастрофа неминуема.»

Указанные выше причины, по которым происходит взрыв небесных тел, свидетельствуют, что данному событию предшествовала ситуация, когда соотношение *энергия темной материи, окружающей небесное тело / масса и плотность данного небесного тела* становилось критическим и не соответствовало условиям существования его в океане темной материи в качестве астрономического объекта (и в режиме эволюционного развития).

Очевидно, после взрыва небесного тела ни один его фрагмент также не обладает статусом «Астрономический объект» (вследствие высокой плотности вещества, из которого они состоят), но приобретают статус «Свободно падающее тело». В этом качестве фрагменты взорвавшегося АО продолжают существовать в океане физического вакуума Вселенной (в частности, в вакууме межзвездного пространства) и взаимодействовать с ним.

При этом, рассматривая галактику как единое целое астрономическое тело, она является астрономическим объектом особого типа, например, галактического (АОГ). В состав астрономического объекта указанного типа входят все барионы галактики, физический вакуум, заполняющий межзвездное пространство, оболочка физического вакуума, окружающая галактику. Размер данной оболочки находится в прямой зависимости от общей массы барионов галактики.

В центре АОГ находится ядро галактики — барион, поглощающий физический вакуум непрерывным потоком движущийся к нему в радиальном направлении из Вселенной с ускорением (согласно выводам, представленным в [5]).

Барионы — фрагменты взорвавшейся звезды естественным образом оказываются в указанном потоке ФВ, взаимодействуют с ним и также начинают двигаться в радиальном направлении к центру ядра галактики и также с ускорением.

Анализ материалов, представленных выше, свидетельствует о следующем.

Открытие явления «Антигравитация» сделано на основании изучения движения барионов — фрагментов взорвавшихся звезд в межзвездном пространстве галактик; при этом, указанные барионы не имеют характерной «гравитационной» связи ни с одним астрономическим телом галактики, но взаимодействуют с потоком физического вакуума, движущегося из Вселенной в центр АОГ.

Легко увидеть далее, суть наблюдаемых явлений — «Тяготение» (согласно [5]) и «Антигравитация» (согласно [6]) — действительно находится в тесной взаимосвязи и фактически является идентичной и отражает одно и то же явление природы — характерное движение барионов в потоке физического вакуума Вселенной.

Действительно, в обоих случаях наблюдения ведут за барионами — фрагментами астрономических тел, обладающих статусом «Свободно падающее тело»; барионы движутся в океане темной материи с ускорением; вектор ускорения барионов направлен в центр астрономических объектов, составной частью которых они являются.

На наш взгляд, становится очевидным:

- заключение астрономов-наблюдателей [6, 7] о существовании в природе явления «Антигравитация» является ошибочным;
- наблюдаемое учеными явление движения фрагментов взорвавшихся

звезд с ускорением, безусловно, отражает суть известного явления Всемирного тяготения в современной его интерпретации;

– решение задачи «об ускорении космологического расширения», используя для этой цели результаты наблюдения вспышек сверхновых звезд, не предоставляется возможным.

По нашему мнению, основы учения о космологическом расширении фактически изложены в работах Бураго С.Г. [2, 3] и заключаются в следующем: «... Все барионы поглощают темную материю... С нарастающей производительностью перерабатывается в проявленное состояние, растет гравитационная масса Вселенной. Вселенная растет в объеме, поэтому наблюдается процесс расширения Вселенной с ускорением.»

С учетом основных положений учения Бураго С.Г. и новых представлений об устройстве АО и АОГ и их функционировании в Мировом пространстве [5] (что, в совокупности, олицетворяет новый подход к решению насущных задач астрономии и космологии) решение задачи об ускорении космологического расширения становится тривиальным.

#### Список источников

1. Астронет/Сверхновые звезды.
2. Бураго С.Г. «Явление обмена массой и энергией между материальными телами и межзвездным эфирным газом. Заявка на открытие.» 18 апреля 1983г, (РФ).
3. Бураго С.Г. Сайт: <http://buragosg.narod.ru/>
4. Википедия/Сверхновая звезда.
5. Ряпосов А.П. «Природа не терпит пустоты, или Новая теория Всемирного тяготения и антигравитации (в двух частях)» Часть 1, Сборник «Проблемы экологической безопасности и развития народно-хозяйственного комплекса». Материалы X Международной научно-практической конференции. УО МАНЭБ — Одесса: Пассаж, 2016. - с. 163-170.
6. Чернин А.Д. «Физический вакуум и антигравитация», УФН, 2008, 178:3, стр. 267-300.
7. Riess A.G. et al./Astron. J.116.1009 (1998); Perlmutter S et.al./Astrophys. J.517.565 (1999).

## КОСМОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗЕМЛИ И ЛУНЫ

### COSMOECOLOGICAL INTERACTION OF THE EARTH AND THE MOON

*Ряпосов А.П.*  
*УО МАНЭБ*

*Ключевые слова:* астрономический объект, астрономическая система Земля/Луна, физический вакуум, Вселенная, земная гравитация, лунная гравитация, небесная гравитация, двояко-вогнутая линза, плотность энергии, ускорение, градиент ускорения, эфиротурбулентность.

*Аннотация:* Теоретически установлено, между Землей и Луной (на расстоянии 323 тыс.км от поверхности Земли) существует пространство в виде двояко-вогнутой линзы, которое заполнено физическим вакуумом особой субстанции; данный физический вакуум отличается пониженной плотностью энергии по отношению к плотности энергии физического вакуума Вселенной; вакуум, заключенный в пространстве указанной линзы адекватно "противодействует" центробежной силе, возникающей в результате вращения Луны вокруг Земли и надежно удерживает Луну на околоземной орбите; в результате, установлен механизм сосуществования двух и более планет в виде астрономической системы.

*Abstract:* Theoretically, there is a space between the Earth and the Moon (at a distance of 323,000 km from the Earth's surface) in the form of a double-concave lens, which is filled with a physical vacuum of a special substance; This physical vacuum has a lower energy density with respect to the energy density of the physical vacuum of the universe; Vacuum enclosed in the space of said lens adequately "counteracts" the centrifugal force resulting from the rotation of the Moon around the Earth and reliably keeps the Moon in a near-earth orbit; As a result, a mechanism is established for the coexistence of two or more planets in the form of an astronomical system.

Из истории науки известно, до Ньютона ученые считали, что имеются два типа гравитации: земная гравитация (действующая на Земле) и небесная гравитация (действующая на небесах).

Такое представление прочно закрепилось в сознании людей того времени.

Иссаак Ньютон также задумывался над проблемой "Небесной гравитации", наблюдая Луну в дневном небе.

Однако, в 1686 году он объединил эти два типа гравитации в своем сознании и пришел к выводу, что гравитация — это сила притяжения,

существующая между всеми предметами. В результате, им был сформулирован закон Всемирного тяготения, который был признан научной общественностью в качестве одного из универсальных законов природы.

Актуальность в развитии гипотезы "Гравитация на небесах" отпала, т.к. сформировалось и прочно укрепилось мнение, упасть на Землю нашему естественному спутнику не позволяет его орбитальная скорость, превышающая первую космическую. А вырваться из гравитационных объятий Земли и навсегда покинуть ее окрестности мешает земное притяжение, для преодоления которого орбитальная скорость Луны недостаточно велика (меньше второй космической скорости).

И только много лет спустя после открытия закона Всемирного тяготения Бураго С.Г. опубликовал на эту тему ряд статей [1,2]. Главный смысл изложенных в них гипотез о тяготении заключается в следующем:

- Вселенная заполнена движущейся темной (невидимой или прозрачной) материей — или физическим вакуумом ( $\Phi B$ );
- Темная материя обладает плотностью и давлением;
- Все барионы постоянно поглощают темную материю. Это приводит к тому, что около всех материальных тел возникают радиальные течения темного газа к их центрам;
- В результате взаимодействия физического вакуума и барионных тел, последние испытывают силу тяжести вследствие передачи им импульса движения.

Позже (в 2016 году) гипотезы Бураго С. Г. получили развитие в статье [5], где описан новый подход к решению задачи о тяготении и заключается в следующем:

- Дано новое (независимое от известных) определение понятия "Астрономический объект" ( $AO$ ), установлена его структура и границы в

Мировом пространстве: "Астрономическим объектом", как единое целое, следует считать космические тела существующие в виде планет и звезд и других космических тел вместе с окружающей их оболочкой физического вакуума определенного размера и определенной структуры";

– Открыто ранее неизвестное явление природы, заключающееся в движении потоков физического вакуума Вселенной (предположительно, гравитонов) с ускорением, направление движение которых устремлено в геометрический центр планет, звёзд и галактик;

– Взаимодействие гравитонов с барионными телами выражается в передаче последним импульса движения. Тела приобретают ускорение, известное нам как *ускорение свободного падения* (тел, приподнятых над поверхностью Земли).

Таким образом, суть природного явления «*Земная гравитация*» (действующая в пределах пространства астрономического объекта «*Земля*» (АО *Земля*), с учетом представленных выше материалов, заключается в характерном (с ускорением) движении потоков  $\Phi B$  и передаче импульса движения материальным телам. Вектор ускорения направлен в центр планеты.

Легко предположить далее, природное явление «*Лунная гравитация*» аналогично «*Земной гравитации*», с той лишь разницей, что ускорение свободного падения над поверхностью Земли составляет **9,81 м/с<sup>2</sup>**, а ускорение свободного падения над поверхностью Луны почти в шесть раз меньше и составляет **1,62 м/с<sup>2</sup>**.

Теперь, используя современные представления о свойствах физического вакуума Вселенной, о «*Лунной*» и «*Земной*» гравитации, попытаемся ответить на вопросы, интересующие человека с незапамятных времен:

– Что не дает Луне вырваться из «гравитационных объятий» Земли и навсегда покинуть ее окрестности?;



– Что не дает упасть на Землю нашему естественному спутнику?

С этой целью представим на рисунке астрономическую систему *Земля/Луна* (*АС З/Л*) — см. рисунок.

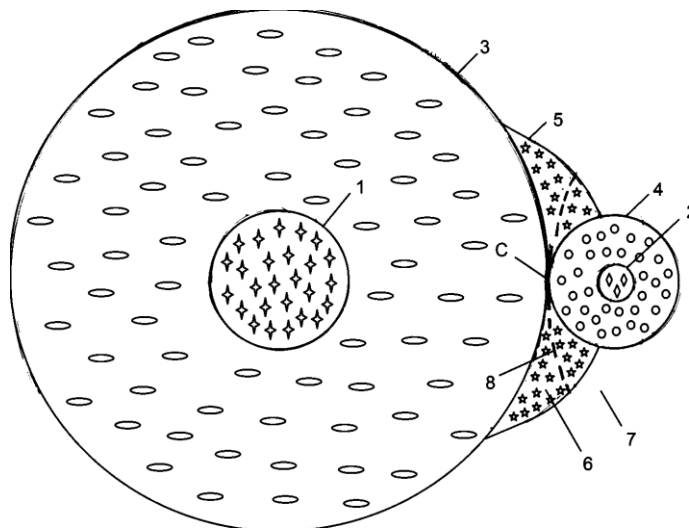


Рис. 1. Устройство астрономической системы *Земля/Луна*.

Система содержит два астрономических тела — планету *Земля* (1) и ее спутник *Луну* (2). Каждое из указанных тел окружено оболочкой физического вакуума (*Оболочка*) — (3) и (4) соответственно.

Оболочки (3) и (4) контактируют между собой в точке (С) и входят в состав *АС З/Л* и являются неотъемлемыми элементами как самих *АО*, так и астрономической системы *Земля/Луна*.

Между *АО*, в зоне их контакта (на расстоянии 323 тыс.км от поверхности *Земли*), находится пространство в виде двояко-вогнутой линзы (5), боковая поверхность которой имеет форму усеченного с двух сторон сфероида (*Линза*).

Пространство *Линзы* заполнено физическим вакуумом (6), движущимся через поверхность ее вогнутостей из Вселенной в центры *Земли* и *Луны*.

*Линза* (5) также является неотъемлемым компонентом *АС З/Л*.

Поверхность  $АС\ 3/Л$  включает часть поверхностей оболочек астрономических объектов и боковую поверхность линзы (5). Поверхность  $АС\ 3/Л$  энергетически является эквипотенциальной.

Через поверхность  $АС\ 3/Л$  потоки  $ФВ$  Вселенной движутся в центр планеты и спутника обуславливая ускорение свободного падения тел в пределах  $АО$ . Эти потоки удерживают астрономические тела между собой и осуществляют их функционирование в Мировом пространстве.

При этом двояко-вогнутая линза (5) является главным звеном  $АС\ 3/Л$ , благодаря которому система, как таковая, обязана своим существованием.

Движение потоков  $ФВ$  в ней происходит особым образом вследствие ее конструктивных особенностей: площадь боковой поверхности *Линзы*, через которую физический вакуум Вселенной поступает в ее пространство, значительно меньше суммарной площади вогнутостей *Линзы* (более, чем в три раза), через которые  $ФВ$  перемещается в центры  $АО$ ; кроме того, вакуум Вселенной, поступающий через боковую поверхность *Линзы*, распределяется на два потока (по двум «рукавам»), один из которых направляется в сторону Луны, другой — в сторону Земли. На рисунке зона разграничения потоков указана штрих-пунктирной линией (8); дедуктивно: в гидравлике и газодинамике, каждый из рукавов *Линзы* выполняет функцию расширительной насадки, применяемой в эжекторах и инжекторах для создания вакуума.

В результате, указанные особенности устройства двояко-вогнутой линзы (5) и ее функциональные возможности, обусловили особые физические свойства потокам  $ФВ$ , движущимся через нее к астрономическим телам.

Эти свойства  $ФВ$  могут быть охарактеризованы следующим образом:

- Поток  $ФВ$  Вселенной, пересекая боковую поверхность *Линзы*, претерпевает градиент ускорения в виде убывания;
- Достигнув поверхностей вогнутостей *Линзы* потоки  $ФВ$  вновь претерпевают градиент ускорения, но теперь в сторону увеличения;

– В результате, плотность потоков энергии в рабочем объеме *Линзы* является более низкой, по сравнению с плотностью энергии *ФВ* Вселенной (как следствие, вытекающее из предыдущего).

Материя в рабочем пространстве двояко-вогнутой линзы (5), таким образом, является неизвестной ранее субстанцией *ФВ* Вселенной, которая обладает особыми физическими свойствами, описанными выше.

Теоретическое решение задачи о градиенте ускорения потоков *ФВ* в определенном пространстве между Землей и Луной и в пределах астрономических объектов «*Земля*» и «*Луна*» может быть осуществлено с помощью законов механики сплошных сред [4] с учетом гипотез Бураго С.Г., касающихся проблем эфиродинамики [2] и материалов, представленных в [5].

Благодаря непрерывному функционированию планет *АС З/Л*, достигнутое состояние плотности энергии в объеме двояко-вогнутой линзы (5) также непрерывно поддерживается в течение всего периода существования астрономической системы.

Состояние среды, заключенной в объеме двояко-вогнутой линзы (5) является характерным и соответствует известному в технике понятию "*Вакуум*".

При теоретическом решении задачи о плотности потоков энергии космоса это состояние среды может рассматриваться, также, как «*отрицательное давление*».

Наиболее «глубокий вакуум» в рабочем объеме *Линзы* достигается на границе между двумя потоками *ФВ* (в зоне их расслоения), один из которых движется в сторону Луны, другой поток — в сторону Земли. (Рисунок, поз. (8)).

При этом, в рабочем пространстве двояко-вогнутой линзы (5) и на значительном расстоянии от нее возникают *эфиротурбулентные* процессы, которые оказывают влияние на всю живую и неживую природу астрономической системы *Земля/Луна*.

Очевидно, выявленные изменения структуры и физических свойств *ФВ*, происходящие в рабочем пространстве двойко-вогнутой линзы *АС З/Л*, являются сущностью причинно-следственных связей, объясняющих механизм существования двух и более планет в виде астрономической системы.

То есть физическим телом, обеспечивающим существование астрономических систем Вселенной, является *Сам Физический Вакуум Вселенной!*

Для этого *Ему* непосредственно приходится пребывать в трех модификациях:

- быть физическим вакуумом материнской части Вселенной;
- быть физическим вакуумом особой субстанции (когда он находится в пространстве двойко-выпуклой линзы);
- быть физическим вакуумом движущимся с ускорением в центр планет (претепевая градиент ускорения на поверхности оболочек *АО*).

Или, что понятно землянам (т.е. другими словами) — «*характерный вакуум*», заключенный в определенном пространстве между астрономическими объектами «*Земля*» и «*Луна*» (*Линза*), является той самой силой, которая не дает Луне вырваться из «*гравитационных объятий*» Земли и навсегда покинуть ее окрестности. *Вакуум* адекватно «противодействует» центробежной силе, возникающей в результате вращения Луны вокруг Земли и надежно удерживает Луну на околоземной орбите.

Справедливость данного вывода подтверждает знаменитый эксперимент немецкого физика Отто фон Герше [3], демонстрирующий силу давления воздуха (1654г.).

В эксперименте использованы два медных полушария около 14 дюймов (35,5 см) в диаметре, полые внутри и прижатые друг к другу.

Из собранной сферы выкачивался воздух и полушария удерживались давлением внешней атмосферы. После выкачивания из сферы воздуха, 16 лошадей (по 8 с каждой стороны) не смогли разорвать полушария.

На наш взгляд *АС З/Л* является неким аналогом «магдебургских полушарий» - устройство и принцип действия их во многом сходны.

Действительно, физический вакуум Вселенной, окружающий *АС З/Л*, обладает определенным давлением [6, 7]. В промежутке между *АО* Земля и *АО* Луна обнаружено пространство (в пределах *АС З/Л*) с пониженной плотностью энергии по отношению к плотности энергии *ФВ* Вселенной. «Все» как и у «магдебургских полушарий».

Чтобы получить ответ на следующий вопрос «Что не дает упасть на Землю нашему естественному спутнику Луне?» проведем мысленный эксперимент, предполагающий сближение *АО* на расстояние более близкое, чем оно является в состоянии перигея (также предполагающий удаление их на расстояние большее, чем оно является в состоянии апогея).

Условия данного эксперимента соответствуют *катаклизмическому* процессу.

Это означает, в случае сближения планеты и спутника на определенную величину (также в случае их удаления друг от друга) происходит нарушение условий функционирования астрономических объектов и *АС З/Л* в целом, что выражается в уменьшении силы удерживающей Луну на своей орбите. Этой силы становится недостаточно, чтобы она могла противодействовать центробежной силе и позволить Луне удерживаться на околоземной орбите.

В результате *АС З/Л* прекратит свое существование, Луна навсегда покинет околоземное пространство.

К нашему удивлению, сила, которая могла бы притягивать Луну к Земле, в какой-бы то ни было мере, в природе не существует, то есть в *АС З/Л*

не существует центростремительных сил, как принято считать, обусловленных «гравитацией». В этом мы убедились изучая явление «земная гравитация».

Прекратить свое существование *АС З/Л* может лишь в конце своего эволюционного развития через многие миллионы и миллиарды лет.

**Выводы.** Теоретически установлено, между астрономическим объектом «Земля» и астрономическим объектом «Луна» существует пространство в виде двояко-вогнутой линзы заполненное физическим вакуумом особой субстанции; пространство *Линзы* ограничено эквипотенциальной поверхностью, пересекая которую потоки физического вакуума Вселенной претерпевают градиент ускорения; ускорение потоков, движущихся внутрь *Линзы* (через ее боковую поверхность) убывает; ускорение потоков *ФВ*, движущихся из пространства *Линзы* внутрь астрономических объектов (через поверхности вогнутостей линзы) увеличивается; в результате плотность потоков энергии в замкнутом пространстве двояко-вогнутой линзы является пониженной по отношению к плотности потоков физического вакуума Вселенной; выявленные физические свойства материи в рабочем пространстве линзы характеризуют ее (материю), как неизвестную ранее субстанцию *ФВ* Вселенной; факт «генерирования» физического вакуума особой субстанции является неизвестным ранее явлением природы — новым физическим феноменом.

Новый физический феномен, благодаря которому, планета Земля и ее спутник Луна сосуществуют в виде астрономической системы *Земля/Луна* нами назван «*Небесная гравитация*».

Открытие «*Небесной гравитации*» дает нам возможность по-новому взглянуть на физические процессы, связанные с функционированием Луны и лунных ритмов и их влиянием на земную жизнь.

Так, наиболее известным проявлением воздействия Луны на нашу планету являются приливы и отливы.

Помимо водной стихии, Луна оказывает существенное влияние и на движение воздушных масс в атмосфере Земли. Исследования показали, что наибольшая частота бурь приходится именно на полнолуния.

Известно, также, что в зависимости от лунного цикла и лунной фазы может меняться самочувствие и даже состояние здоровья человека.

С учетом новых представлений о потоках энергии космоса в пространстве между Землей и Луной могут быть выявлены зоны высокой турбулентности, небезопасные для мореплавателей, воздушных судов, космических аппаратов и т.п.

Представленные выше материалы могут являться основой новых научных направлений — в космологии, физике, технике и материаловедении, а также в медицине, биологии и других отраслях народного хозяйства.

Развитие данных направлений в науке уже в наши дни может дать весомые научные и практические результаты.

#### Список источников

1. Бураго С.Г. «Явление обмена массой и энергией между материальными телами и межзвездным эфирным газом. Заявка на открытие.» 18 апреля 1983г, (РФ).
2. Бураго С.Г. Сайт: <http://buragosg.narod.ru/>
3. [Википедия/Магдебургские полушария.](#)
4. [Гидрогазодинамика. Учебное пособие для студентов. Издательство ФГБОУ ВПО «ГГТУ», 2011, Тамбов.](#)
5. Ряпосов А.П. «Природа не терпит пустоты, или Новая теория Всемирного тяготения и антигравитации (в двух частях)» Часть 1. «Проблемы экологической безопасности и развития народно-хозяйственного комплекса». Материалы X Международной научно-практической конференции. УО МАНЭБ — Одесса: Пассаж, 2016. - с. 163-170.
6. Чернин А.Д. «Физический вакуум и антигравитация», УФН, 2008, 178:3, стр. 267-300.
7. [Riess A.G. et al./Astron. J.116.1009 \(1998\); Perlmutter S et.al./Astrophys. J.517.565 \(1999\).](#)

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ

### ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STATE OF THE TERRITORY

*Семячков А.И.<sup>1</sup>, Семячков К.А.<sup>2</sup>, Славиковская Ю.О.<sup>2</sup>  
Semyachkov A.I.<sup>1</sup>, Semyachkov K.A.<sup>2</sup>, Slavikovskaya Y.O.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет  
<sup>2</sup>Институт экономики УрО РАН*

*Ключевые слова:* Оценка, экологическая ситуация, ранжирование, загрязнение почв, загрязнение воздуха, загрязнение поверхностных вод.

*Аннотация:* В статье, на основании оценки загрязнения воздуха, почв и поверхностных вод, разработан комплексный показатель загрязнения окружающей среды. Дана бальная оценка экологической ситуации. Методика адаптирована на территории ЯНАО и ХМАО.

*Abstract:* In the article, based on an assessment of air, soil and surface water pollution, a comprehensive indicator of environmental pollution was developed. A scoring of the environmental situation is given. The method is adapted in the territory of YaNAO and Khanty-Mansi Autonomous District.

Экологическое состояние территории представляет сочетание условий, процессов и обстоятельств природного и техногенного характера, обуславливающих состояние природных или природно-технических систем. (СП 11-104-97). Так же его ситуацию рассматривают как территориальное сочетание различных, в том числе негативных и позитивных, с точки зрения проживания и состояния здоровья населения, природных условий и факторов, создающих на территории определенную экологическую обстановку разной степени благополучия и неблагополучия.

Под выявлением экологического состояния подразумевается: установление перечня экологических проблем, их пространственная локализация, определение сочетания экологических проблем и отнесение выявленного ареала к той или иной степени остроты экологической ситуации.



По распространенной в России классификации общей качественной оценки экологического состояния территории, учитывающей показатели состояния природной среды, здоровья населения, уровень хозяйственной деятельности, выделяют пять уровней остроты экологической обстановки: удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная и катастрофическая.

По уровню экологической безопасности среды обитания и возможности развития в ней хозяйственной деятельности ранжирование осуществляется по пятизональной системе согласно шкалы МЧС: - зона экологического благополучия; зона экологического риска; зона экологического кризиса; зона экологического бедствия; зона экологической катастрофы.

Экологические проблемы, связанные с нарушением отдельных компонентов ландшафта или их комплекса, можно условно разделить на шесть групп: 1 - атмосферные (загрязнение атмосферы: радиологическое, химическое, механическое, тепловое); 2 - водные (истощение и загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение морей и океанов); 3 - геолого-геоморфологические (интенсификация неблагоприятных геолого-геоморфологических процессов, нарушение рельефа и геологического строения); 4 - почвенные (загрязнение, эрозия, дефляция, вторичное засоление, заболачивание и др.); 5 - биотические (сведение растительности, деградация лесов, пастбищная дигрессия, сокращение видового разнообразия и др.); 6 - комплексные, или ландшафтные (опустынивание, снижение биоразнообразия, нарушение режима природоохранных территорий и др.)

Критериями оценки экологического состояния выступает совокупность показателей, позволяющих охарактеризовать изменение состояния здоровья населения и окружающей среды. Качество среды обитания человека оценивается системой санитарно-гигиенических, рыбохозяйственных и общеэкологических требований, степень ухудшения здоровья человека характеризуют медико-демографические критерии. Состояние природной

среды, растительного и животного мира характеризуют критерии загрязнения воздушной среды, воды, почв, истощения природных ресурсов, деградации экосистем. Данные параметры принимаются либо на основании научных, экспериментальных данных, либо на основании экспертных оценок специалистов.

Оценка экологического состояния окружающей среды осуществляется методом экологического картографирования. Экологическое картографирование является одним из направлений экодиагностики, позволяющим получить объективную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды определенной территории, пространственной дифференциации экологических проблем и их сочетаний.[1].

Для получения объективной картины экологической ситуации конкретной территории необходима информация текущего состояния компонентов окружающей среды конкретной территории, наиболее объективно отражающая экологическую ситуацию. Из всего многообразия показателей наиболее значимыми являются состояние воздуха, почвенного покрова и поверхностных вод.

Для оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ применяют комплексный показатель загрязнения Р. Показатель Р учитывает кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ. Следует иметь в виду, что показатель Р является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается неизвестным, хотя такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию[3].

Расчет комплексного показателя Р производится по формуле:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{K_i C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (1)$$

где  $P$  – показатель, который учитывает кратность превышения ПДК;

$n$  – количество загрязняющих веществ;

$K_i$  – коэффициент изоэффективности, зависящий от класса опасности  $i$ -вещества: для 1 класса – 2,0, для 2 класса – 1,5, для 3 класса – 1,0, для 4 класса – 0,8;

$C_i$  – фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация  $i$ -вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$\text{ПДК}_i$  – среднесуточная (среднегодовая) ПДК  $i$ -вещества, мг/м<sup>3</sup>.

Показатель  $P$  имеет соответственно среднесуточную (среднегодовую) временную характеристику.

По значению суммарного показателя  $P$  устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины  $P$  (табл. 1).

Таблица 1

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ.

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя $P$ при числе загрязнителей атмосферы
I	<5,0
II	5,1-10,0
III	>10,1

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя  $P$  по трём степеням: I – благоприятная, II – умеренная, III – острая.

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–III степени ожидаемые негативные эффекты возрастают с увеличением степени загрязнения атмосферы.

Почвы в силу своих природных свойств способны накапливать значительные количества загрязняющих веществ. Санитарно-гигиенический подход к выбору критериев экологической оценки почв (грунтов) населенных пунктов определяется, с одной стороны, возможностью переноса загрязняющих веществ в воздух и воды этих территорий, с другой стороны, - непосредственным влиянием отдельных показателей на здоровье населения.

Загрязнение почв в результате антропогенной деятельности приводит к изменению их химического состава и ухудшению качества, вызывает целый ряд негативных последствий вплоть до потери способности к биопродуктивности и самоочищению. Вредные вещества поступают в почвы городов в результате разрушения и строительства зданий, выбросов транспорта, металлургических, нефтеперерабатывающих и химических предприятий, энергетических станций, слива вод, применения противогололедных химикатов[2].

Состояние почв оценивается по суммарному показателю химического загрязнения ( $Z_c$ ).

Суммарный показатель химического загрязнения ( $Z_c$ ) характеризует степень химического загрязнения почв обследуемых территорий различных классов опасности. Данный показатель определяется как сумма коэффициентов концентраций отдельных компонентов загрязнения по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1), \quad (2)$$

где  $K_i$ -коэффициент концентрации химического вещества,

$$K_i = C_i / C_{\text{ф}i}$$

где  $C_i$  – фактическое содержание определяемого вещества в почве, мг/кг;

$C_{\text{ф}i}$  – региональное фоновое содержание вещества в почве, мг/кг.

Шкала опасности загрязнения почвы по суммарному показателю.

Степень	Zc	Изменение в здоровье
1	<16	низкий уровень заболеваемости детей, минимум функциональных отклонений
2	16-32	увеличение общего уровня заболеваемости
3	>32	увеличение общего уровня заболеваемости; увеличение числа болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями сердечно-сосудистой системы

Индекс загрязнения вод установлен Госкомгидрометом СССР и относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов (впрочем, необходимость его применения не подтверждается ни одним из опубликованных позже официальных нормативных документов). Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов[4].

Расчет ИЗВ производится по среднегодовым концентрациям ингредиентов, вносящих наибольший вклад в загрязнение рассматриваемого водного объекта. ИЗВ рассчитывают строго по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет.

Рассчитывается ИЗВ по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (3)$$

где:  $C_i$  – концентрация компонента (в ряде случаев – значение физико-химического параметра);

$n$  – число показателей, используемых для расчета индекса,  $n = 6$ ;

$\text{ПДК}_i$  – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 3). Устанавливается требование, чтобы индексы загрязнения

воды сравнивались для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и так далее), а также с учетом фактической водности текущего года.

Таблица 3

Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды.

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Чистые	<1	1
Загрязнённые	1-4	2
Грязные	>4	3

Использование идентичных аддитивных коэффициентов по средам говорит о возможности комплексной оценки экологического состояния территории.

Основными показателями, определяющими формирование экологического состояния территории, являются следующие:

- 1) Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха (Р);
- 2) Суммарный показатель химического загрязнения почв, Z<sub>c</sub>;
- 3) Индекс загрязнения вод (ИЗВ).

Для оценки экологического состояния ОС произведено ранжирование по комплексному признаку:

$$ЭС = P * Z_c * (ИЗВ), \quad (4)$$

где Р – балл, характеризующий состояние в зависимости от состояния воздушного бассейна.

1 - <5

2 - 5-10

3 - >10

Z<sub>c</sub> – балл, характеризующий экологическое состояние в зависимости от загрязнения почв, Z<sub>c</sub>:

1 - <16

2 - 16-32

3 - >32

ИЗВ – балл, характеризующий объект в зависимости от состояния поверхностных вод (ИЗВ):

1 - <1

2 - 1-4

3 - >4

По формуле (1) определяется комплексный балл состояния окружающей среды. Это осуществляется умножением баллов соответствующих признаков объекта. По комплексному баллу состояние подразделяется:

- с баллом <3 - допустимое;
- с баллом от 3 до 9 - умеренное;
- с баллом >9 – острое.

На исследуемой территории была произведена оценка состояния окружающей среды отдельных сред и по комплексному состоянию. За основу были взяты результаты измерений состояния атмосферного воздуха, почв и поверхностных вод. В качестве примера произведём такую оценку по г. Салехарду.

Таблица 4

Результаты мониторинга содержания химических веществ  
в атмосферном воздухе г. Салехард

Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Ср. год. конц., мг/м <sup>3</sup>
Азота диоксид	3	0,04	0,0012
Сера диоксид	3	0,05	0,002
Углерод оксид	4	3	1,36
Взвешенные вещества	3	0,15	0,005
Бензол	2	0,1	0,055
Формальдегид	2	0,003	0,00085

На основе расчёта с использованием таб. 4 формулы 1 получим значение  $P=1,42$ , что характеризует благоприятную степень загрязнения и является

безопасным для здоровья населения, а балл характеризующий состояние окружающей среды по воздуху равен 1.

Таблица 5

Результаты мониторинга содержания химических веществ в почве в г. Салехард

Загрязняющее вещество	Средняя концентрация; мг/кг.	Фоновая концентрация; мг/кг.
Кадмий	0,001	0,045
Медь	2,2	0,95
Свинец	1,015	0,91
Цинк	16,25	1,02

По формуле 2 определено  $Z_c$  почв г. Салехард, который составил 16,3 и характеризует состояние почв как умеренно опасное с увеличением общего уровня заболеваемости, а балл  $Z_c$  равен 2.

С использованием табл. 6 и формулы 3 рассчитано значение ИЗВ поверхностных вод в пределах г. Салехард, который составляет 3.9, что характеризует поверхностные воды как загрязнённые с баллом ИЗВ = 2.

Тогда комплексный показатель экологического состояния окружающей среды для г. Салехарда определённый по формуле 4 составит ЭС = 4.

*Статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-06-00463 «Оценка экономического ущерба от неблагоприятных экологических последствий функционирования горнопромышленных объектов и разработка механизмов его компенсации».*

#### Список источников

1. Егоренков Л. И., Кочуров Б. И. Геоэкология: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2005. - 320 с: ил.
2. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) (утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986 N 192)
4. Хаустов А.П., Редина М.М. Нормирование антропогенных воздействий и оценки природоёмкости территорий: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 282 с.
5. [http://www.vsegei.com/ru/info/gisatlas/ufo/khanty-mansiysky\\_ao/f\\_02\\_admin\\_del.jpg](http://www.vsegei.com/ru/info/gisatlas/ufo/khanty-mansiysky_ao/f_02_admin_del.jpg)
6. [http://www.vsegei.com/ru/info/gisatlas/ufo/yamalo-nenetsky\\_ao/F\\_02\\_admin\\_del.jpg](http://www.vsegei.com/ru/info/gisatlas/ufo/yamalo-nenetsky_ao/F_02_admin_del.jpg)



**ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**METHODOLOGY INSTITUTIONAL FAILURES BALANCED WATER**

*Семячков А.И.<sup>1,2</sup>, Хильченко Н.В.<sup>2</sup>, Рудакова Л.В.<sup>2</sup>*

*Semyachkov A.I., Hkilchenko N. V., Rudakova L. V.*

*<sup>1</sup>Уральский государственный горный университет*

*<sup>2</sup>Институт экономики УрО РАН*

*Ключевые слова:* природный капитал, сбалансированное водопользование, ассимиляционный потенциал, целевые показатели качества воды, услуги экосистем

*Аннотация:* Раскрыто содержание понятий: «сбалансированное водопользование», «ассимиляционный потенциал (АП) окружающей природной среды», в т.ч. водного источника, «экосистемные услуги». Обосновано, что для устойчивого сбалансированного социально-экономического развития территории суммарные остаточные отходы не должны превышать АП отдельных экосистем и биосферы в целом. Предложено ввести налог за использование АП.

*Abstaract:* The content of the concepts is as follows: "balanced water use", "assimilation potential (AP) of the natural environment", incl. Water source, "ecosystem services" related to water. It is substantiated that for sustainable balanced social and economic development of the territory, the total residual waste should not exceed the AP of individual ecosystems and the biosphere as a whole. It is proposed to introduce a tax for the use of AP.

В настоящее время во многих развитых странах основным лимитирующим фактором развития и прогресса человечества становится не производственный, а природный капитал. Не рассматривая детально различные определения понятия «устойчивое развитие», предлагается использовать наиболее общепринятое: развитие считается устойчивым, если производство и потребление не ведет к уменьшению «природного капитала», следовательно, необходимо учитывать естественные ограниченные возможности водных объектов противостоять негативным влияниям хозяйственной деятельности человека. Водные объекты – это реки, озера, пруды, водохранилища, водно-болотные угодья и пр. и их экосистемы, относящиеся, как известно, к возобновляемому виду природного капитала.

Этот «запас прочности» природных объектов, в том числе водных, принято рассматривать, как «поток экологических услуг», а совокупность «природных активов», дающих человечеству ресурсы и экологические услуги, получила название «природного капитала».

Одной из таких функций является способность окружающей среды поглощать, ассимилировать вредные продукты хозяйственной деятельности. Сроки жизни большинства токсических соединений в окружающей среде ограничены. Благодаря происходящим в биосфере физико-химическим и биологическим процессам они распадаются и включаются в естественный биогеохимический цикл. Эти процессы определяют наличие ассимиляционного потенциала (АП) окружающей среды – особого вида природно-ресурсного потенциала. Он является важным компонентом природного капитала.

Конечность АП, с позиций современных научных представлений, является основным естественным ограничением дальнейшего социально-экономического развития, роста народонаселения и удовлетворения его потребностей. Если рассматривать материальные потоки, опосредующие взаимодействие экономики и окружающей природной среды, то из первого закона термодинамики – закона сохранения вещества и энергии – вытекает следующее требование: поток материалов и энергии, поступающих из природы в процессе производства-потребления, должен быть равен потоку отходов, направляющихся обратно в окружающую природную среду. Это требование удовлетворяется в долгосрочной перспективе. Смысл его состоит в том, что все то, что берется экономикой из окружающей природной среды – ресурсы или энергия – рано или поздно поступит обратно в природную среду в виде остаточных отходов.

Сбалансированное водопользование – это такие темпы использования, в том числе потребления водных ресурсов, которые сбалансированы

возможностью природы восстанавливать не только качество окружающей среды, но и возобновляемые составляющие ресурсов. Для достижения устойчивости необходимо включить экосистемные услуги и природные ресурсы в экономический учет. Весьма сложно это сделать, когда природные ресурсы и экологические услуги незаменимы, т. е. им нет альтернативы, как, например, воде. Тем не менее, учеными предпринимаются попытки сделать это с использованием различных методов, что позволяет дать хотя бы ориентировочную оценку некоторым видам экологических услуг.

Считаем, что в решении проблемы сбалансированного водопользования основной упор должен быть сделан на изучении АП водного объекта, его сохранении, восстановлении с помощью различных мероприятий и инструментов, прежде всего государственного регулирования. Это обусловлено тем, что в большинстве индустриальных и вододефицитных районов существует конфликт интересов различных групп водопользователей (населения, различных отраслей хозяйственного комплекса, рыбного хозяйства, рекреации и пр.).

Например, в настоящее время отсутствие скоординированной политики в отношении использования трансграничных водных ресурсов в бассейне Аральского моря ведет к огромным экономическим потерям и ухудшению межгосударственных отношений, препятствует восстановлению окружающей среды и экосистем Приаралья и ограничивает возможности развития интеграционных процессов в регионе. В связи с этим была принята Конвенция европейской экономической комиссии по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, представляющая собой необходимую правовую основу для развития сотрудничества по управлению водными ресурсами в Центральной Азии, модернизации региональных соглашений и укрепления региональных организаций. Конвенция ЕЭК ООН по трансграничным водам применяет

интегрированный подход к предотвращению, ограничению и сокращению трансграничного воздействия, который учитывает, как количество, так и качество воды, окружающую среду в целом, здоровье населения и социально-экономические условия.

- Согласно принципу справедливого и разумного использования – одному из ключевых принципов Конвенции по трансграничным водам – использование водного объекта, несовместимое с его сохранением в качестве природного ресурса, т. е. ведущее к истощению ресурса, не может считаться «справедливым и разумным».

- В то же время все мероприятия в рамках Конвенции по трансграничным водам, включая применение наилучшей в экологическом отношении практики, использование лучших имеющихся технологий и установление целевых показателей по качеству воды, позволяют принимать во внимание различные условия окружающей среды, технические и финансовые возможности, и могут внедряться поэтапно.

- Одно из ключевых обязательств Конвенции по трансграничным водам – установление целевых показателей и критериев качества воды – становится широко применяемым практическим инструментом для сохранения качества воды, а также юридически обязательной нормой согласно другим международным инструментам [1].

На первый план здесь выходит часто не дефицит воды как таковой, а дефицит чистой воды. Следовательно, первоочередная задача – это улучшение качества воды в водных объектах, которое, согласно ежегодным Государственным докладам «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», почти повсеместно ухудшается.

АП конкретного водного объекта зависит от многих факторов, большинство из которых поддается регулированию. Основные из них:

1. Водность водного объекта.
2. Сбросы загрязняющих веществ с организованным стоком;
3. Сбросы загрязняющих веществ с неорганизованным стоком с

водосборной территории (зависят от лесистости водосборной площади; состояния водоохраной зоны и прибрежной полосы; уклона местности, состояния и загрязненности почвы, количества и вида населенных пунктов; состояния дорог; в городах – от наличия очистных сооружений на ливневой канализации; от загрязненности атмосферы и количества осадков, выпадающих в данном районе; от трансграничных переносов загрязнений по воде и воздуху и др.).

АП – жестко лимитированный природный ресурс. Его использование, как и применение других естественно лимитированных природных ресурсов, обуславливает возникновение экономической ренты. АП водных объектов может быть несколько увеличен путем, например, разведения определенных видов водной растительности, травоядных видов рыб и др. Однако возможности искусственного увеличения АП весьма невелики и требуют значительного времени и средств. Главное – максимально снизить негативное воздействие хозяйственной деятельности на водные ресурсы, осуществляя различные водоохранные мероприятия, как на организованных источниках сброса сточных вод, так и на водосборной площади, т. е. максимально сохранить естественный АП данного водного объекта. Следует подчеркнуть, что количественная оценка АП весьма затруднена из-за необходимости учета обширного комплекса факторов, влияющих на его величину. Недостаточно также изучены механизмы движения и преобразования загрязняющих веществ в водных объектах. Однако наши неполные знания об АП не являются причиной отказа от его рассмотрения как природного ресурса, научные работы ведущих ученых в области

экономики природопользования посвящены исследованию АП [2, 3, 4, 5 и др.].

АП – не бесплатный ресурс. В качестве аналогии можно указать на экономический ущерб от загрязнения окружающей среды. Ввиду неполных знаний о последствиях загрязнения истинные (полные) оценки экономического ущерба вряд ли будут скоро получены. Но есть приближенные методы его определения, которые используются в практике согласования производственной и противозагрязняющей деятельности. Платежи за загрязнение, построенные на базе квазиущерба, также выполняют определенные полезные функции в природоохранной деятельности. Имеется ряд нормативов (ПДК, ПДС и др.), которые описывают пороговые воздействия на АП. Они несовершенны, по приближенно характеризуют предел воздействия на АП. По мнению А. А. Гусева, приближенно количественно АП можно было бы охарактеризовать как систему оценок по учитываемым ингредиентам загрязнения в интервале от нуля до их пороговых значений [2].

Сегодня Россия продвинулась дальше других стран в практическом использовании нового экономического инструмента охраны окружающей среды – платежей за ее загрязнение. В большинстве европейских стран установлены косвенные, а не прямые платежи (налоги) экологического назначения – налог на сернистое топливо и т. п. Однако стимулирующая функция платежей может быть реализована при условии приобретения ими рентного характера, т. е. их превращения в налог за использование АП [там же]. До тех пор, пока величина платежей за загрязнение составляет незначительную долю (от 1%) ВВП, невозможно говорить о рентном характере таких платежей. Уровень их, как правило, слишком низок по сравнению с предельными затратами предприятий на снижение и предотвращение загрязнений и не может побуждать предприятия к

достижению пороговых нормативов. Переход к налогу за использование АП через призму предельных затрат на его поддержание и восстановление существенен в отношении учета экономического ущерба (а не квазиущерба) от загрязнения. Дело в том, что экономический ущерб можно определить двумя способами. Первый заключается в экономической оценке натуральных последствий загрязнения по реципиентам. Истинную оценку здесь получить весьма сложно. Второй заключается именно в оценке указанных предельных затрат [2].

Оценка предельных (замыкающих) затрат имеет особенности для различных природных ресурсов. Такие затраты связаны с набором мероприятий по поддержанию и восстановлению АП. Затраты по мероприятиям могут быть как по отдельным ингредиентам загрязнения, так и комплексные. Установление налога за использование АП на основе предельных затрат должно быть связано с набором возможных мероприятий, причем на основе наилучших существующих технологий. Налоговая ставка может быть установлена как по отдельным ингредиентам, так и по связанному с затратами комплексу загрязнителей. Общие направления трансформации действующих платежей за загрязнение в налог за использование АП могут быть следующими [там же]:

- налог взимается в пределах выполнения источниками загрязнения нормативов ПДВ (ПДС). На соответствующую сумму должны быть уменьшены налоговые обязательства предприятий-загрязнителей перед бюджетом. Таким образом, не требуется общего повышения налогового бремени, но это приведет к его перераспределению в интересах экологически безопасных видов деятельности. Налог должен первоначально поступать в территориальные бюджеты и далее распределяться в определенной пропорции между федеральным и территориальными бюджетами;

- платежи за превышение нормативов ПДВ (ПДС) должны

взиматься в кратном размере по отношению к налогу и поступать во внебюджетные фонды. Это штрафная мера, направленная на стимулирование восстановления АП [5].

Достижение нормативов представляет собой процесс устранения дефицита АП за счет его искусственного воспроизводства предприятиями, на сегодняшний день превышающими экологические нормативы. Этот процесс, с другой стороны, можно рассматривать как производство специфической экологической продукции. В экономическом отношении АП можно охарактеризовать как уникальное свойство данного природного ресурса экономить другие ресурсы, в том числе природные.

В 2007 г. Европейской комиссией ООН были подготовлены Рекомендации, касающиеся платы за услуги экосистем в контексте комплексного управления водными ресурсами [7]. Это новаторский политический документ, подготовленный в рамках Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер ЕЭК ООН, где указаны меры, призванные при проведении политики устойчивого развития обеспечить учет «экосистемных услуг, связанных с водой». Термин *«экосистемные услуги, связанные с водой»* означает такие услуги, как предотвращение наводнений, борьбу с ними и смягчение их последствий; регулирование стока и запасов воды; повышение качества поверхностных и грунтовых вод; задержку отложений, снижение эрозии, стабилизацию речных берегов и прибрежных линий и снижение вероятности оползней; улучшение инфильтрации воды и содействие накоплению воды в почве; облегчение пополнения грунтовых вод.

К экосистемным услугам, связанным с водой, относятся также и услуги культурного характера, такие, как благотворное рекреационное, эстетическое и духовное воздействие лесов и водно-болотных угодий на человека.



«Экосистемные услуги, связанные с количеством воды, такие, как защита от наводнений и водорегулирование, в том числе с помощью лесопосадки, применения сберегающих методов в сельском хозяйстве и восстановления пойменных площадей. Услуги, связанные с качеством воды, такие, как ограничение загрязнения водных ресурсов, можно обеспечить посредством экстенсивного землепользования (в сельскохозяйственных целях), комплексной борьбы с сельскохозяйственными вредителями; введения квот на загрязнение; преобразования или восстановления природного растительного покрова. Другие услуги, связанные с качеством воды, например, услуги по очистке воды, можно обеспечить посредством восстановления или создания водно-болотных угодий и культивирования риса на затопляемых полях. Можно также подумать о «комбинировании» услуг, поскольку услуги лесных угодий, связанные с водой, можно скомбинировать с услугами по связыванию углерода, а услуги водно-болотных угодий и пойменных площадей можно скомбинировать с услугами этих форм землепользования в плане обеспечения биоразнообразия.

Плата за экосистемные услуги (ПЭУ) представляет собой новый подход к включению во внутренний оборот внешних экологических благ, связанных с экосистемными услугами. Такая система предполагает перечисление финансовых средств пользователями этих услуг (т. е. теми, кто создает спрос на них) другим участникам, которые осуществляют деятельность по созданию этих экологических услуг (т. е. их поставщикам). Эти схемы оплаты могут разрабатываться и вводиться в контексте, когда заранее четко определены и измерены связи между тем или иным видом деятельности (или природоохранной практики) и количеством и качеством экосистемных услуг.

Таким образом, для устойчивого сбалансированного социально-экономического развития территории суммарные остаточные загрязнения не должны превышать АП отдельных экосистем и биосферы в целом. Поэтому

приоритетной задаче, стоящей перед предприятием, регионом и экономикой в целом, является сокращение загрязнения природной среды, минимизация поступления в нее вредных веществ и приближение размера платы за загрязнение к величине реально наносимого ущерба.

#### Список источников

1. Совершенствование управления водными ресурсами и трансграничного водного сотрудничества в Центральной Азии: роль природоохранных конвенций ЕЭК ООН / [Электронный ресурс]. URL: [www.unesc.org/env](http://www.unesc.org/env) (дата обращения 15.09.2016).
2. Гусев А. А. Современные экономические проблемы природопользования. – М.: Междунар. отношения, 2004. – 208 с.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономические методы управления природопользованием. – М.: Наука, 1993. – 136 с.
4. Рюмина Е. А. Экономический анализ ущерба от экологических нарушений. – М.: Наука, 2009. – 250 с.
5. Гофман К. Г., Рюмина Е. В. Кредитные отношения общества и природы // Экономика и мат. методы, 1994. – Т. 30. – Вып. 1. – С. 17-32.
6. Глазырина И. П. Природный капитал в экономике переходного периода. – М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2001. – 204 с.
7. Рекомендации, касающиеся платы за услуги экосистем в контексте комплексного управления водными ресурсами. Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. – Нью-Йорк – Женева: ООН, 2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://libed.ru/konferencii-selskohozyaistvo/> (дата обращения 24.10.16).

**ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО КАРЬЕРА ДЛЯ  
ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА С УЧЁТОМ  
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОСОБЕННОСТЕЙ  
ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.**

**THE PRACTICE OF THE USING OF THE SPENT QUARRY FOR  
CLEANING OF THE DRAINAGE WATER FROM NITROGEN  
COMPOUNDS WITH CONSIDERING OF THE GEOTECHNOLOGICAL  
PARAMETERS AND FEATURES OF THE MINING ENTERPRISE.**

*Студенок А.Г., Ольховский А.М., Студенок Г.А.*

*Studenok A.G., Olkhovsky A.M., Studenok G.A.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* загрязнение соединениями азота, естественная биологическая очистка, дренажные воды

*Аннотация:* Типичными загрязнителями, содержание которых в дренажных водах горных предприятий превышает предельно допустимые концентрации, являются соединения азота – аммонийный, нитритный и нитратный азот. Их наличие в дренажных водах является следствием использования различных взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры (нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) для подготовки горной массы к экскавации.

В статье приведены результаты исследований, выполненных в условиях карьеров крупного предприятия строительной индустрии, обосновывающие возможность предварительной естественной очистки дренажных вод горных предприятий от соединений азота в отработанной открытой горной выработке. Естественная очистка происходит за счет двух процессов: 1) естественная нитрификация иона аммония  $\text{NH}_4^+$  и иона нитрита  $\text{NO}_2^-$  до иона нитрата  $\text{NO}_3^-$  (ион нитрата представляет меньшую экологическую опасность из указанных соединений азота) при длительной выдержке дренажных вод в отработанной открытой горной выработке в присутствии кислорода воздуха; 2) разбавление дренажных вод в отработанной открытой горной выработке природными подземными водами и атмосферными осадками, поступающими в нее естественным путем.

Результаты исследований, приведенные в статье, были использованы при разработке проекта системы очистки дренажных вод предприятия, который успешно прошел государственную экспертизу и реализация которого ведется в настоящее время. Использование предварительной естественной очистки дренажных вод от соединений азота в отработанной открытой горной выработке значительно удешевило проект и снизило затраты на последующую доочистку на специализированных сооружениях биологической очистки, что особенно актуально в нынешней экономической ситуации.

*Abstract:* Typical pollutants, which contents in the drainage waters of mining enterprises rises above maximum permissible concentrations, are nitrogen compounds – ammonium nitrogen, nitrite nitrogen and nitrate nitrogen. Their presence in the drainage waters are a result of using various industrial explosive agents based on ammonium nitrate ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ).

In the article are presented the results of the researches, which were executed in conditions of the big mining enterprise of construction industry, which justify the admissibility of the preliminary natural cleaning of the mining enterprises drainage waters from nitrogen compounds in a spent quarry. The natural cleaning occurs owing to 2 processes: 1) natural nitrification of the ammonium-ion  $\text{NH}_4^+$  and nitrite-ion  $\text{NO}_2^-$  to the nitrate-ion  $\text{NO}_3^-$  (the nitrate-ion represents the lowest danger for the environment from indicated compounds) by long holding of the drainage waters in the spent quarry in the presence of the air oxygen; 2) the dilution of the drainage waters in the spent quarry by the natural groundwater and atmospheric precipitates, which come in the quarry by the natural way.

The presented results of the researches were used by the project of drainage waters cleaning development, which successfully passed the state expertise and which realization occurs at present. Preliminary natural cleaning of the mining enterprises drainage waters from nitrogen compounds in a spent quarry greatly reduced the cost of the project and of the following drainage waters cleaning on specialized biological treatment facilities, what is especially relevant in the present economic situation.

Одними из типичных загрязнителей, содержание которых в дренажных водах горных предприятий превышает предельно допустимые концентрации, являются соединения азота – аммонийный, нитритный и нитратный азот. Их наличие в дренажных водах является следствием использования взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры (нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) для буровзрывной подготовки горной массы к экскавации [1-3].

Ужесточающиеся требования природоохранного законодательства в части качества отводимых сточных, в том числе дренажных вод в водные объекты приводят горные предприятия (как с открытым, так и с подземным способом разработки), такие как ОАО "ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат", ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Севуралбокситруда», ОАО «Ураласбест» и другие к значительным платежам за загрязнение водных ресурсов и нарушение природоохранного законодательства и ставят перед предприятиями вопрос об их снижении и минимизации.

Вышесказанное обуславливает необходимость выбора и разработки оптимальной, с эколого-экономических позиций, технологии очистки дренажных вод перед их сбросом в водные объекты или повторным использованием с учетом

конкретных природных, инфраструктурных и геотехнологических условий горного предприятия.

Рассмотренное крупное предприятие по производству широкого ассортимента строительных материалов, чье воздействие на биосферу носит комплексный характер, одним из приоритетов своей деятельности определяет охрану окружающей среды и снижение уровня ее загрязнения.

В 2012 году были начаты работы по проектированию системы очистки дренажных вод действующего карьера предприятия от соединений азота перед их сбросом в водный объект.

Применение физико-химических и химических методов очистки для условий горных предприятий сопровождается высокими капитальными и эксплуатационными затратами, обусловленными большими объемами дренажных вод, достигающих миллионы кубометров в год, поэтому предпочтение было отдано биологической очистке.

Разработке проекта предшествовали предпроектные проработки, результаты которых показали следующее. Установлено, что количество соединений азота, поступающих в дренажные воды при ведении взрывных работ, достигает первых единиц процентов от количества азота, содержащегося в израсходованных взрывчатых веществах [4]. Поступление в дренажные воды карьера ионов аммония (аммонийный азот) связано с растворением и вымыванием нитрата аммония при зарядке обводненных скважин. Загрязнение дренажных вод ионами нитрита (нитритный азот) связано с сорбцией горной массой образующихся при взрывах оксидов азота, их последующее вымыванием атмосферными осадками и поступлением образующихся ионов нитрита в дренажные воды [5,6]. Поступление ионов нитрата в дренажные воды связано как с процессом растворения нитрата аммония в обводненных скважинах, так и с вымыванием атмосферными осадками сорбированных горной массой оксидов азота.

Анализ результатов наблюдений за составом дренажных вод карьера по соединениям азота, выполненных в период 2006-2016 гг. показывает неравномерность их поступления в окружающую среду по периодам года. Максимальная масса выноса по всем соединениям азота характерна для теплого периода года, когда происходит резкое увеличение объема образования дренажных вод за счет атмосферных осадков и снеготаяния (до 70% годового объема карьерного водоотлива приходится на период с апреля по октябрь).

Годовой вынос всех соединений азота (ионы аммония, нитрита и нитрата) с дренажными водами достигает нескольких сотен тонн в год. При этом содержание в дренажных водах наиболее опасных для окружающей среды соединений азота (ионы аммония и нитрита) в существенно превышают установленные для них нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК).

При обосновании технологической схемы системы очистки дренажных вод предприятия учтены и использованы характерные параметры инфраструктуры предприятия и геотехнологические особенности, в частности: наличие частично затопленной отработанной горной выработки, состав воды в ней, свободный объем для заполнения, состав дренажных вод, гидрогеологические условия, наличие на территории предприятия водозаборных скважин, геомеханические свойства бортов отработанной горной выработки и другие.

В качестве базового элемента принятой схемы очистки для разработки проектных решений является использование отработанной горной выработки для предварительной очистки дренажных вод от соединений азота перед их последующей доочисткой на сооружениях биологической очистки. Отработанная горная выработка представляла на момент начала использования отработанный карьер, частично затопленный за счет поступления атмосферных осадков и подземных вод (его отработка была закончена в 2002 г.). Химический состав воды в затопленной части карьера характеризовался отсутствием токсических соединений в концентрациях, превышающих ПДК.

Возможность использования выбранной отработанной горной выработки для очистки дренажных вод основывается на использовании естественных микробиологических процессов нитрификации соединений азота (ионов аммония и нитрита) в аэробных условиях в водоемах [7].

Для установления геотехнологических условий использования отработанного карьера в качестве предварительной ступени очистки дренажных вод от соединений азота, был проведен комплекс гидрогеологических и геомеханических инженерных изысканий и исследований для обоснования предельного уровня заполнения карьера дренажными водами, при котором обеспечивается:

- отсутствие риска возникновения оползневых на бортах карьера, связанных с его затоплением дренажными водами (увеличение уровня воды в карьере);
- сохранение существующего гидрогеологического и гидрохимического режима прилегающей к карьере территории.

Результаты проведенных гидрогеологических и геомеханических инженерных изысканий и исследований показали возможность использования данного карьера для накопления и предварительной очистки дренажных вод с одним ограничением - предельный уровень воды в ней не должен превышать определенный по результатам исследований: +215,0 м. При этом будет отсутствовать влияние вод в отработанной горной выработке на расположенные в зоне ее воздействия на водозаборные скважины. Кроме того, было установлено отсутствие обратной фильтрации вод из отработанной горной выработки в действующий карьер.

Установление предельного уровня затопления карьера дренажными водами обусловлено также тем, что в конечном итоге эффективность очистки дренажных вод от ионов аммония и нитрита будет зависеть от времени их выдержки в

объеме карьера, которое определяется скоростью поступления в нее данных соединений азота и скоростью их микробиологической нитрификации.

Для обоснования параметров эксплуатации карьера в качестве предварительной ступени очистки дренажных вод от соединений азота была разработана балансовая модель его заполнения, учитывающая все водопритоки в карьер, включая поступающие на очистку дренажные воды, атмосферные осадки с учетом испарения и подземные воды.

Исходя из данных о составе вод, поступающих в карьер (дренажных, атмосферных, подземных) и накопленных на момент начала его заполнения, балансовая модель позволяет также прогнозировать химический состав вод, которые будут поступать на вторую ступень очистки (сооружения биологической очистки) в зависимости от времени выдержки дренажных вод в буферной емкости.

Принятое предположение о возможности протекания процесса микробиологической нитрификации основывается на аналогии поведения соединений азота в отработанном карьере и природных водоемах при заполнении его дренажными водами.

Таким образом, процессы микробиологического окисления ионов аммония и нитрита обуславливают уменьшение их концентраций в водной среде на фоне увеличения содержания иона нитрата.

Проект описанной двухступенчатой системы очистки успешно прошел государственную экспертизу и в настоящее время ведется его реализация.

С начала заполнения карьера (ноябрь 2013 г.) дренажными водами предприятием ведется инженерно-экологический мониторинг его функционирования как предварительной ступени системы очистки. Мониторинг за ее функционированием включает регулярный контроль уровня воды в отработанной горной выработке и объема поступающих дренажных вод, а также



отбор и количественный химический анализ поступающих дренажных вод и воды в отработанной горной выработке.

Это позволяет постоянно актуализировать разработанную балансовую модель с целью повышения точности прогнозирования химического состава воды по соединениям азота (аммонийный, нитритный и нитратный азот) после предварительной стадии очистки.

Результаты мониторинга показали, что при заполнении и выдержке в карьере дренажных вод результирующие концентрации в них соединений азота определяются протеканием двух одновременно идущих процессов:

- микробиологической нитрификацией аммонийного и нитритного азота с образованием нитратов;
- разбавлением поступающих дренажных вод при смешении с атмосферными осадками, природными подземными водами, а также естественно накопленным в карьере объемом воды до начала его заполнения.

Важным фактором, предопределившим текущие процессы очистки, являлось наличие в отработанном карьере на момент начала его заполнения естественно сложившейся экосистемы с участием водной растительности и микроорганизмов, а также тот факт, что концентрации загрязняющих в нем либо не превышали, либо незначительно превышали предельно допустимые (таблица 1).

Протекание процесса нитрификации в карьере характеризуется наблюдаемым по результатам мониторинга снижением содержания аммонийной и нитритной форм азота на фоне незначительного увеличения нитратной формы в воде карьера по сравнению с поступающим дренажными водами (таблица 1).

В целом, за период эксплуатации 2014-2016 г.г. наблюдается увеличение эффективности очистки дренажных вод от аммонийного и нитритного азота, что связано с общим временем пребывания дренажных вод в отработанной горной

выработке, используемой для предварительной очистки дренажных вод (таблицы 1 – 2)

Таблица 1

Концентрации соединений азота в исследуемых водах в период 2014-2016 гг.

Форма азота	Концентрации, мг/л (в дренажных водах / в отработанном карьере)			
	в отработанном карьере до заполнения	2014	2015	2016
Аммонийный азот	0,193	10,88 / 0,576	6,80 / 0,205	4,27 / 0,102
Нитритный азот	0,096	3,7 / 0,602	4,37 / 0,225	5,07 / 0,213
Нитратный азот	12,23	26,16/21,46	22,43/21,72	19,15/20,52

Таблица 2

Эффективность очистки дренажных вод от соединений азота в период 2014-2016 гг.

Форма азота	Эффективность очистки, %		
	2014	2015	2016
Аммонийный азот	94,7	97,0	97,6
Нитритный азот	83,7	94,9	95,8
Нитратный азот	18,0	3,2	-7,2

При этом ведущим процессом, определяющим общую эффективность очистки дренажных вод от наиболее токсичных соединений азота (аммонийный и нитритный азот) является процесс нитрификации, обеспечившим снижение концентрации аммонийного азота ниже установленных нормативов ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории. Для нитритного азота за рассматриваемый период при наблюдаемой эффективности очистки (95,8%) значение концентрации остается выше установленного для него норматива ПДК для водоемов рыбохозяйственной категории (0,02 мг/л), ниже, чем для водоемов хозяйственно-бытового и культурного назначения (норматив 1,0 мг/л). Для нитратного азота, за счет его накопления в процессе нитрификации фиксируется незначительное (не более, чем двукратное превышение) установленных нормативов ПДК как для водоемов хозяйственно-бытового и культурного назначения, так и для водоемов и рыбохозяйственной категории. Снижение содержания и предупреждения последующего накопления ионов нитрата может, на наш взгляд, быть достигнуто

путем искусственной посадки в береговой зоне затопленной части карьера водной растительности.

Полученные результаты по эффективному снижению содержания соединений азота (аммонийный и нитритный азот) в дренажных водах позволяют при необходимости их дальнейшего сброса в водоем рыбохозяйственной категории значительно снизить затраты на их доочистку за счет сокращения или исключения энергоемкой стадии аэрации на сооружениях биологической очистки (перевод аммонийного и нитритного азота в нитратный). Полученные предварительные результаты очистки дренажных вод в конкретных производственных условиях крупнейшего горного предприятия позволяют рассчитывать на успешное решение вопроса повышения эффективности охраны водных ресурсов при разработке месторождений полезных ископаемых, так как довольно часто горные предприятия имеют отработанные горные выработки, накопители или отстойники, что позволяет включать их в системы очистки дренажных вод.

#### Список источников

1. В.А. Кирюхин. Прикладная гидрогеохимия. Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2010, 201 с.
2. П. А. Лозовик, Г. С. Бородулина. Соединения азота в поверхностных и подземных водах Карелии. // Водные ресурсы, 2009, том 36, № 6, с. 694-704
3. Воздействие предприятий горно-металлургического комплекса на динамику загрязнения реки Чусовой. Ревво А. В., Хохряков А. В., Медведева И. В., Цейтлин Е. М. «Известия вузов. Горный журнал», № 2, 2015, с. 67-74.
4. Хохряков А.В., Ольховский А.М., Студенок А.Г. Студенок Г.А. Количественная оценка вклада взрывных работ в загрязнение дренажных вод карьеров соединениями азота. // Известия ВУЗов. Горный журнал. 2005. № 6, С. 29 - 31.
5. Хохряков А.В., Студенок А.Г., Студенок Г.А. Исследование процессов формирования химического загрязнения дренажных вод соединениями азота на примере карьера крупного горного предприятия. // Известия Уральского государственного горного университета. № 4(44), 2016, с.35-37.
6. Chochrjakow A.W., Studenok A.G., Studenok G.A. Die Erforschung von Prozessen der chemischen Verunreinigung des Drängewassers durch Stickstoffverbindungen am Beispiel vom Tagebau eines grossen Bergbauunternehmens // Die Nachrichten der Uraler Staatlichen Bergbauuniversität. №4(44), 2016, S. 38-40.
7. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод: Монография / ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т. – М.: МГСУ, 2010. – 120 с.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ СОСТАВА АТМОСФЕРЫ КАРЬЕРОВ

### MEASURES OF ATMOSPHERE IN OPEN PITS

*Тетерев Н.А., Вахонина В.В., Кузнецов А.М.  
Teterev N.A., Vakhonina V.V., Kuzneysov A.M.  
Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* атмосфера, карьер, мероприятия.

*Аннотация:* Представлен ряд мероприятий по нормализации состава атмосфера карьеров.

*Abstract:* The paper Presents a number of measures to normalize the composition of the atmosphere of the quarries.

В настоящее время на действующих, реконструируемых и вновь создаваемых карьерах одним из основных вопросов является обеспечение нормальной атмосферы, отвечающей требованиям санитарных норм и правил и гарантирующей безопасную и высокопроизводительную работу.

Для надежной защиты атмосферы от загрязнений необходимо проведение комплекса профилактических мероприятий, учитывающих горногеологические, горнотехнические и метеорологические условия. Комплексность решения задачи и значительные материальные затраты определяют целесообразность выбора рациональных решений, обоснованных технико-экономическим сравнением [1].

Проектирование комплекса мероприятий по нормализации состава атмосферы в карьерах выполняется в следующем порядке:

- 1) оценивается удельное значение всех источников, вредные вещества которых, по данным прогноза, вызывают повышенное загрязнение воздуха на рабочих местах и общей атмосферы карьера. Исходя из этого, устанавливаются

основные виды оборудования и отдельные источники, примеси которых играют главную роль в общем балансе их поступления в карьер;

2) оценивается общая требуемая эффективность комплекса мероприятий по предупреждению загрязнения воздуха, исходя из установленных прогнозом концентрации, максимально превышающих предельно допустимые как для общей атмосферы карьера, так и для атмосферы примыкающих к нему населенных пунктов. За окончательную требуемую эффективность, на основе которой должен проектироваться указанный комплекс, должно приниматься ее большее значение из полученных для карьера и примыкающей территории;

3) обосновывается и выбирается комплекс инженерно-технических мероприятий по борьбе с пылью и газами, которые могут состоять из следующих двух основных групп: подавления и связывания вредных примесей; улавливания пыли. Для подавления и связывания вредных газов применяются вода, различные растворы, каталитические и термокatalитические способы. Подавление и связывание пыли осуществляется с помощью воды, растворов, пен, битумов, солей, коллоидов, синтетических веществ, растительности или при помощи комбинации этих способов. Для улавливания пыли применяются разные мокрые (инерционные, барботажные, конденсационные, коагуляционные, пенные, электрические и центробежные), сухие (гравитационные, инерционные, фильтрационные, электрические и ультразвуковые) и комбинированные способы;

4) оценивается общая фактическая эффективность выбранного комплекса инженерно-технических мероприятий и сопоставляется с установленной расчетом общей требуемой эффективностью;

5) если первая равна или превышает вторую, то дальнейшие работы по проектированию заключаются в проверке достаточности выбранных средств для обеспечения нормального состава воздуха на рабочих местах; в выборе при

необходимости средств искусственной вентиляции для предупреждения загрязнений атмосферы при штилях и инверсиях, а также в проработке сметной части и штатного расписания рассматриваемого специального раздела технического проекта карьера;

б) если общая фактическая эффективность выбранного комплекса инженерно-технических мероприятий меньше требуемой эффективности, то обосновывается наиболее рациональное сочетание дополнительных вентиляционных, технологических и организационных мероприятий [2].

При проектировании вентиляции прежде всего следует ориентироваться на мероприятия, направленные на повышение эффективности естественного проветривания (путем рационального расположения отвалов и поверхностных сооружений, въездных, выездных и разрезных траншей; ориентации карьера в соответствии с розой ветров, а также повышения эффективности проветривания отдельных рабочих мест за счет рационального расположения забоев и оборудования, соответствующей ориентировки траншей и съездов, установления ветрозащитных и направляющих ветровой поток устройств), а затем – на искусственную вентиляцию (использование изотермических или неизотермических свободных струй, проветривания с помощью выработок или труб, а также комбинированный способ).

При проектировании технологических мероприятий следует ориентироваться на применение технологий, резко снижающих или исключаящих выделение вредных газов и пыли, а также на использование в технологическом комплексе отдельных новых машин или механизмов с меньшей интенсивностью газо- и пылевыведения [3].

К основным мероприятиям организационного характера относятся: ведение горных работ, обеспечивающее оптимальную схему естественной вентиляции карьеров; отработка нагорных карьеров без образования замкнутых выемок; планомерная отработка уступов и горизонтов; расположение забоев на

наветренном борту карьера, а оборудования – у верхних бровок уступов; правильная организация буровзрывных работ с рациональной сеткой скважин, величиной и конструкцией заряда, очередностью взрывания, проведения его в периоды максимума суточного хода ветра, сокращающих расход ВВ и объем вторичного дробления; составление паспортов расположения оборудования в карьере, обеспечивающих распространение вредных примесей, минуя рабочие места, а также наложение пылевых потоков; определение мест рационального расположения внешних источников примесей [4].

При соблюдении данных мероприятий состав атмосферы карьеров нормализуется.

#### Список источников

1. Борьба с пылью в рудных карьерах/ В.А. Михайлов, П.В. Бересневич, В.Г. Борисов и др. – М.: Недра, 1981. – 216 с.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. Никитин В.С. Проблема нормализации состава атмосферы в глубоких карьерах. М., изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1967.
4. Нормализация атмосферы глубоких карьеров/Отв. ред. Н.З. Битколов, В.В. Пененко. – Л.: Наука, 1986. – 295 с.

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЫЛИ

### FIRE-FIGHTING MEASUREMENT SYSTEM FOR INDUSTRIAL DUST

*Тетерев Н.А., Кузнецов А.М., Вахонина В.В.*

*Teterev N.A., Kuzneysov A.M., Vakhonina V.V.*

*Уральский государственный горный университет*

*Ключевые слова:* пожаровзрывоопасность, промышленная пыль, горение, горючесть, вещество.

*Аннотация:* Рассмотрение пожаровзрывоопасности промышленной пыли, определен нижний контрационный предел распространения пламени, максимальное давление взрыва, скорость нарастания давления при взрыве и температурные пределы распространения пламени.

*Abstract:* Examination of fire and explosion hazard of industrial dust, the lower limit of the flame spread, the maximum explosion pressure, the rate of buildup of pressure in the explosion and the temperature limits of flame propagation are determined.

Принципы обеспечения пожаровзрывоопасности производств, в которых образуется горючие пыли, впервые в отечественной практике были сформулированы в монографии М.Г. Годжелло [1]. Эти принципы были зафиксированы в Государственном стандарте. Они основаны на предотвращении образования горючей среды, ограничении воспламеняемости и горючести веществ и предотвращении образования в горючей среде (или внесения в нее) источников зажигания.

Понятие «промышленные пыли» включает в себя относительно тонкие дисперсии ископаемых топлив, металлов, химических органических продуктов (пластмасс, красителей, лекарственных препаратов и др.), сельскохозяйственных продуктов и т.д. Эти вещества различной химической природы неодинаково ведут себя при горении, однако условия подавления горения подчиняются одним и тем же закономерностям. Поэтому испытания на пожарную опасность всех этих веществ проводят по одинаковым методикам [2].



В современной науке известны методы расчетно-аналитического определения степени пожаровзрывоопасности пылей, исходя из их состава, теплоты сгорания и других физико-химических свойств.

При оценке пожаровзрывоопасности взвешенной пыли определяют нижний концентрационный предел распространения пламени, минимальную энергию зажигания, максимальное давление взрыва и скорость его нарастания, минимальное взрывоопасное содержание кислорода.

Оценка пожаровзрывоопасности отложенной пыли заключается в определении группы горючести, температур воспламенения, самовоспламенения и тления, температурных условий теплового самовозгорания. При исследовании дисперсных веществ с низкой температурой плавления дополнительно определяют температуру вспышки и температурные пределы распространения пламени [3].

Рассмотрим характеристику пожаровзрывоопасности промышленных пылей и область практического использования этих показателей.

Горючесть – способность вещества к горению. Горючесть зависит от параметров состояния системы вещество – окислительная среда (температуры, давления, объема). Горючесть пылей зависит от степени их измельчения. По горючести пыли (как и другие вещества) разделяют на три группы: негорючие, трудногорючие и горючие. Группу горючести используют при отнесении производства к той или иной категории по степени взрывопожароопасности в соответствии со СНиП, а также для обеспечения пожаровзрывоопасности процессов получения, хранения и транспортирования дисперсных материалов. Условия безопасности при этом формулируются следующим образом: горючесть дисперсного материала должна быть не выше регламентированной:

$$t_{r,без} \leq \frac{t_n}{K_{бп}} \quad l_{без} \leq \frac{l_{кр}}{K_{бр}} \quad d_{без} \leq \frac{d_{кр}}{K_{бр}} \quad (1)$$

где  $t_{г,без}$  - допустимая температура горючей среды,  $^{\circ}C$  ;

$t_{п}$  - минимальная пожароопасная температура, начиная с которой вещество становится горючим в этой среде,  $^{\circ}C$  ;

$K_{бп}$  - коэффициент безопасности к пожароопасной температуре;

$l_{без}$  - определяющий размер горючей среды;

$l_{кр}$  - критический размер;

$d_{кр}$  - критический (гасящий) диаметр;

$K_{бр}$  - коэффициент безопасности к определяющему размеру горючей среды.

Нижний концентрационный предел распространения пламени – минимальное содержание горючего в смеси горючее вещество – окислительная среда, при котором возможно распространение пламени на любое расстояние от источника зажигания. На величину НКПР аэрозолей оказывают влияние форма и состояние поверхности частиц, их дисперсный состав и влажность. Значения НКПР используют при категорировании производств по степени взрывопожароопасности в соответствии со СНиП и для сравнительной оценки взрывоопасности промышленных пылей. Безопасная концентрация  $\varphi_{без}$  горючей пыли в воздухе может быть вычислена по формуле:

$$\varphi_{без} \leq \frac{НКПР}{K_{бп}}, \quad (2)$$

где  $K_{бп}$  - коэффициент безопасности к нижнему концентрационному пределу распространения пламени.

Минимальная энергия зажигания ( $E_{мин}$ ) – наименьшая энергия искрового разряда, способная воспламенить наиболее легковоспламеняющуюся смесь пыли с воздухом.

По минимальной энергии зажигания сравнивают взрывоопасность пылей и вычисляют допустимую энергию искрового разряда  $E_{без}$

$$E_{без} \leq \frac{E_{мин}}{K_{бз}}, \quad (3)$$

где  $K_{бз}$  - коэффициент безопасности к энергии зажигания.

Максимальное давление взрыва ( $P_{max}$ ) – наибольшее давление, возникающее при дефлаграционном взрыве пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,325 кПа. Максимальное давление взрыва используют в расчетах предохранительных мембран. Выполняя эти расчеты, необходимо учитывать возможность перехода дефлаграционного горения в детонацию в результате турбулизации и попадания горящих частиц в свежую смесь, а также возможность повышения давления взрыва из-за предварительного сжатия еще несгоревшей смеси при распространении взрыва по технологическому оборудованию и коммуникациям. При дефлаграционном горении максимальное давление взрыва пропорционально начальному давлению.

Скорость нарастания давления при взрыве ( $\frac{dP}{d\tau}$ ) – отношение приращения давления, развиваемого при взрыве в замкнутом сосуде, к интервалу времени, в течение которого это приращение произошло. Существует средняя и максимальная скорости нарастания давления при взрыве. При определении средней скорости в качестве приращения давления принимают разность между максимальным давлением взрыва и начальным давлением в сосуде до взрыва, а при определении максимальной скорости – приращение давления на прямолинейном участке зависимости давления взрыва от времени. Значения скорости нарастания давления при взрыве используют в расчетах систем взрывоподавления и при расчетах предохранительных устройств.

Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) – минимальная концентрация кислорода в горючей смеси, ниже которой воспламенение и горение смеси становятся невозможными при любой концентрации горючего в смеси. Значения МВСК для одной и той же пыли зависят от вида флегматизатора. Концентрация флегматизатора в смеси воздуха с флегматизатором, соответствующая минимальному взрывоопасному содержанию

кислорода, называется минимальной флегматизирующей концентрацией. Значения МВСК учитывают при расчетах взрывопожаробезопасных режимов работы технологического оборудования, пневмотранспорта, при разработке систем и установок взрывоподавления и тушения пожаров. Допустимую концентрацию кислорода в газе  $\varphi_{O_2, \text{без}}$  и концентрацию флегматизатора, делающую смесь невоспламеняемой, вычисляют по формулам:

$$\varphi_{O_2, \text{без}} \leq \frac{MBCK}{K_{\text{бн}}}; \varphi_{\text{ф, без}} \geq K_{\text{бф}} \varphi_{\text{ф}}, \quad (4)$$

где  $K_{\text{бн}}$  - коэффициент безопасности к концентрации кислорода, соответствующий МВСК;  $K_{\text{ф, без}}$  - коэффициент безопасности к минимальной флегматизирующей концентрации [4].

Температура вспышки ( $t_{\text{всп}}$ ) – самая низкая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний под его поверхностью образуются пары или газы, способные вспыхивать в воздухе от постороннего источника зажигания, устойчивого горения вещества при этом не возникает. Значения температуры вспышки используют при категорировании производств по степени взрывопожароопасности.

Температура воспламенения ( $t_{\text{воспл}}$ ) – наименьшая температура, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что после их зажигания внешним источником возникает самостоятельное пламенное горение. Определение температуры воспламенения необходимо при классификации веществ по степени горючести, при оценке пожарной опасности оборудования и технологических процессов, связанных с переработкой горючих веществ. В практических условиях температура воспламенения может оказаться ниже, чем найденная в эксперименте, в случае воздействия на вещество более мощных источников зажигания.

Температура самовоспламенения ( $t_{cs}$ ) – самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением. Температуру самовоспламенения используют для вычисления допустимой температуры нагрева  $t_{bez}$  поверхностей технологического оборудования по формуле:

$$i_{bez} \leq \frac{t_{cb}}{K_{bc}}, \quad (5)$$

где  $K_{bc}$  - коэффициент безопасности к температуре самовоспламенения.

Температурные пределы распространения пламени – это температура вещества, при которой концентрации его паров в воздухе, находящиеся в равновесии с жидкой или твердой фазой, равны соответственно нижнему или верхнему концентрационному пределам распространения пламени паров. Температурные пределы воспламенения используют в расчетах безопасных режимов работы закрытых технологических аппаратов с летучими твердыми дисперсными материалами. Безопасной в отношении возможности образования взрывоопасных паровоздушных смесей (при нагревании пылевых отложений) следует считать температуру вещества  $t_{bez}$  при которой соблюдаются следующие неравенства:

$$t_{bez} \leq \frac{t_H}{K_{бн}} \quad t_{bez} \geq t_B K_{бв}, \quad (6)$$

где  $t_H$  и  $t_B$  - соответственно нижний и верхний температурные пределы распространения пламени,  $^{\circ}C$ ;  $K_{бн}$  и  $K_{бв}$  - коэффициенты безопасности к нижнему и верхнему температурным пределам распространения пламени.

Температурой тления при самовозгорании называется температура дисперсного вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению очага тления. Температуру тления необходимо определять при экспертизах причин пожаров для

выявления опасных условий кратковременного нагрева веществ и в других случаях.

#### Список источников

1. Годжелло М.Г. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение. М.: МКХ РСФСР, 1952. 142 с.
2. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли Москва «Химия», 1986. 68 с.
3. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли Москва «Химия», 1986. 69 с.
4. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли Москва «Химия», 1986. 71 с.

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПОЧВЕННЫХ КАТЕНАХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ В БАССЕЙНЕ Р. СЕЛЕНГИ**

**DIFFERENTIATION OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN SOIL KATENAS OF MINING CENTERS IN THE BASIN OF THE SELENGA RIVER**

*Тимофеев И.В., Кошелева Н.Е.*

*Timofeev I.V., Kosheleva N.E.*

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

*Ключевые слова:* геохимические барьеры, факторы, латеральное распределение, рудные элементы, хвостохранилища

*Аннотация:* Выявлены условия латеральной миграции и зоны аккумуляции тяжелых металлов и металлоидов в почвенных катенах зоны влияния Джидинского W-Mo (г. Закаменск, Бурятия, РФ) и Эрдэнэтского Cu-Mo (г. Эрдэнэт, Монголия) комбинатов. По сочетанию ведущих почвенно- и ландшафтно-геохимических факторов накопления элементов определены доминирующие классы латеральных геохимических барьеров. Их пространственное распределение характеризуется наибольшим распространением в подчиненных ландшафтах природно-техногенного сорбционно-седиментационного в сочетании с хемосорбционными, кислыми и щелочными.

*Abstract:* The conditions of lateral migration and accumulation of heavy metals and metalloids in soil katenas of the impact zone of the Dzhidinsky W-Mo (Zakamensk, Buryatia, Russia) and Erdenet Cu-Mo (Erdenet, Mongolia) were found. By the combination of the leading soil and landscape-geochemical factors of element accumulation, the dominant classes of lateral geochemical barriers are defined. Their spatial distribution is characterized by the wide spread in the subordinate landscapes of natural-technogenic sorption-sedimentation barrier in combination with chemisorption, acidic and alkaline ones.

*Введение.* Освоение месторождений цветных металлов сопровождается поступлением в горнопромышленные ландшафты больших объемов отходов, обогащенных тяжелыми металлами и металлоидами (ТММ). Значительная часть элементов мигрирует по почвенному профилю и перераспределяется в почвенных сопряжениях в зависимости от рельефа и ландшафтно-геохимических условий. Механизмы формирования зон аккумуляции могут быть исследованы на основе теории геохимических барьеров (ГХБ), разработанной А.И. Перельманом [4]. Под барьерами понимаются участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов,

что приводит к их концентрации. Свойства этих барьеров в значительной степени определяют дальнейшую судьбу ТММ. В этой связи цель данной работы – определить условия латеральной миграции и выявить зоны аккумуляции ТММ в почвенных катенах зоны влияния Джидинского W-Мо (г. Закаменск, Бурятия, РФ) и Эрдэнэтского Cu-Мо (г. Эрдэнэт, Монголия) комбинатов. Для достижения цели решались следующие задачи: 1) установить уровни содержания ТММ в фоновых почвах и приоритетные элементы-загрязнители городских почв в элементарных геохимических ландшафтах; 2) охарактеризовать латеральную дифференциацию ТММ в фоновых и городских катенах; 3) выявить ведущие почвенно- и ландшафтно-геохимические факторы накопления ТММ в катенах и по их сочетанию диагностировать латеральные ГХБ.

*Объект исследования.* Горнопромышленные центры Закаменск и Эрдэнэт расположены в зоне резко континентального климата с холодной зимой и теплым летом. Закаменск находится в сильнорасчлененной горной стране, в таежной зоне с лиственничными и березовыми лесами на дерново-таежных и дерново-карбонатных почвах. На нижних частях пологих склонов и в долинах рек под луговой и лугово-болотной растительностью распространены дерновые лесные, аллювиально-луговые и лугово-болотные почвы. Территория Эрдэнэта представляет собой приподнятую полого-холмистую равнину в зоне экспозиционной лесостепи с полынно-разнотравно-злаковыми степями на каштановых и темно-каштановых почвах, в поймах рек в виде узкой полосы распространены лугово-каштановые. На вершинах склонов северной экспозиции встречаются лиственничные леса.

Градообразующими предприятиями являются ГОКи на базе сульфидных месторождений гидротермальной группы. Джидинский W-Мо комбинат (ДВМК) в Закаменске функционировал с 1934 по 2001 гг., образовал 44,5 млн. тонн отходов, размещенных в трех хвостохранилищах. Эрдэнэтский Cu-Мо комбинат (ЭММК) действует с 1976 г. по настоящее время, его отходы складированы в долине р. Зуна-



Гол, сформировав хвостохранилище площадью более 1500 га.

Техногенная трансформация природных почв в горнопромышленных центрах привела к их подкислению и загрязнению верхней части профиля строительным и бытовым мусором, а также к увеличению в почвах Закаменска количества физического песка, а в Эрдэнэте – илистой фракции. В хвостохранилищах и на прилегающих территориях формируются арти- и токсиндустраты, в профиле которых присутствуют искусственные насыпные горизонты из нетоксичного и токсичного материалов.

*Методы и материалы.* В Закаменске летом 2013 г. было заложено 7 городских катен через долину р. Модонкуль на расстоянии 0,5-1,5 км друг от друга и 1 фоновая в долине р. Зимка (рис. 1а). В Эрдэнэте летом 2012 г. опробовано 5 городских катен и 1 фоновая в верховье р. Зуна-Гол (рис. 1б). Почвенные разрезы закладывались в четырех ландшафтно-геохимических позициях: автономной (А) – вершины холмов с глубоким залеганием грунтовых вод; трансэлювиальной (ТЭ) – склоны долин рек; трансаккумулятивной (ТА) – нижние части склонов; супераккумулятивной (СА) – участки средней и высокой пойм рек. Геохимические ландшафты выделены путем анализа цифровых моделей рельефа исследуемых территорий [6]. Образцы (106 в Закаменске; 57 в Эрдэнэте) отбирались по генетическим горизонтам.

Валовое содержание 54-х ТММ анализировалось масс-спектральным методом с индуктивно-связанной плазмой во ВНИИ минерального сырья им. Н.М. Федоровского на приборах Elan-6100 и Optima-4300 (Perkin Elmer, США). Для подробного анализа выбраны элементы I (Zn, As, Pb, Cd), II (Cr, Co, Ni, Cu, Mo, Sb), III (V, Sr, Ba, W) классов опасности (ГОСТ 17.4.1.02-83), а также Sn и Bi. Определены гранулометрический состав почв методом лазерной дифракции на приборе Analysette 22, актуальная кислотность (*pH*) и содержание гумуса методом И.В. Тюрина.

Содержания ТММ в почвенных пробах  $C_2$  группировались в зависимости от

положения в катене и сравнивались с фоновыми значениями  $C_{\phi}$  в зоне влияния ГОК:  $Kc=C_{\phi}/C_{\phi}$  и  $Kp=C_{\phi}/C_{\phi}$ , фон сравнивался с кларками литосферы  $C$  различных авторов [3] путем расчета кларков концентрации  $KK=C_{\phi}/C$  и рассеяния  $KP=C/C_{\phi}$ . Контрастность распределения ТММ в катенах оценивалась по коэффициенту латеральной дифференциации  $L$ , равному отношению содержания элемента в ландшафте к его концентрации в автономном. В зависимости от положения зоны аккумуляции выделялись типы латерально-миграционной дифференциации ТММ: 1) вне-аккумулятивный – при отсутствии выраженных зон аккумуляции в пределах катены; 2) верхне- 3) срединно- и 4) нижне-аккумулятивный типы – при локализации зон аккумуляции в автономных, трансэлювиальных или трансаккумулятивных и супераккумулятивных ландшафтах соответственно [1].

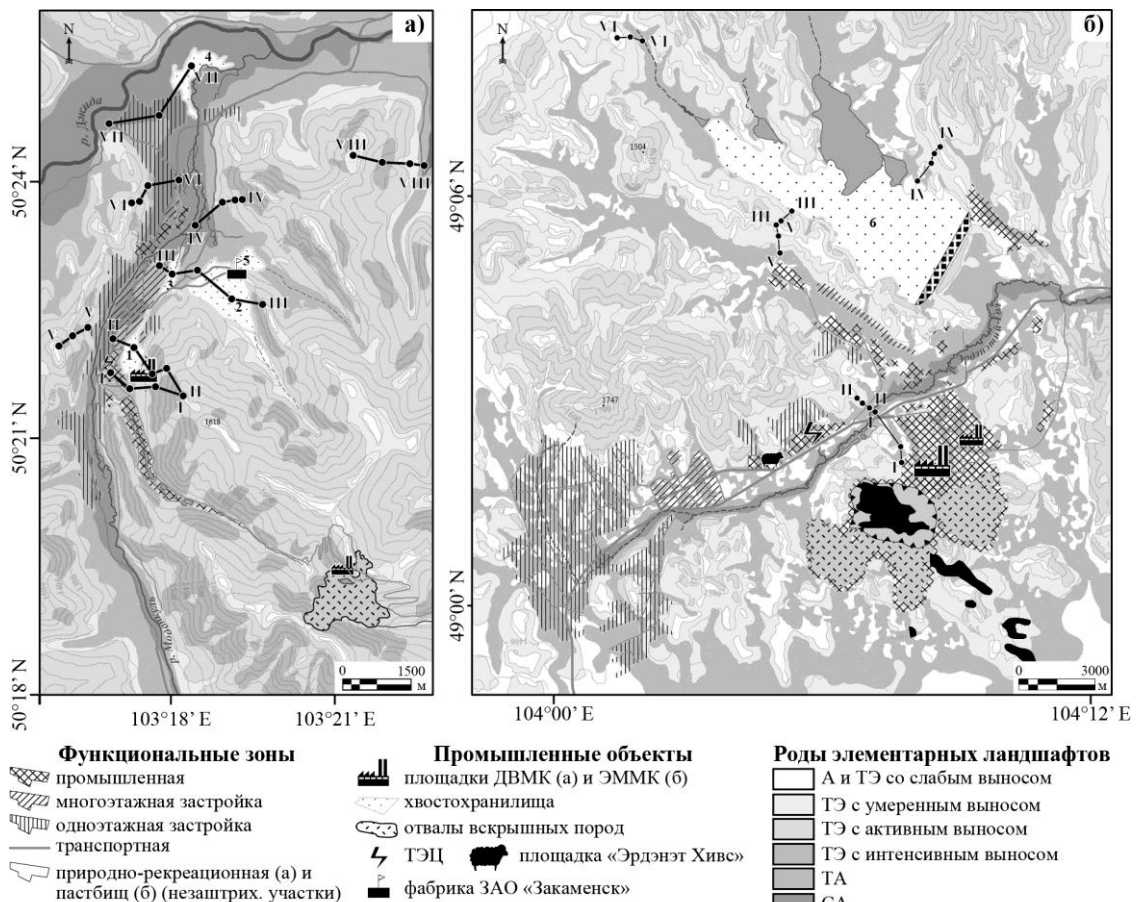


Рисунок 1 - Карта фактического материала для гг. Закаменска (а) и Эрдэнэта (б).

Влияние природных и антропогенных факторов накопления ТММ в почвах, представленных количественными и качественными переменными, определено путем построения регрессионных деревьев в пакете SPLUS (MathSoft, 1999). Классы латеральных ГХБ (ЛГХБ) диагностировались по критериям [2, 5].

*Результаты. Геохимическая структура почв фоновых и городских катен.* Почвы фоновых катен в районе ДВМК и ЭММК имеют кислую, слабокислую ( $pH=4,9$ ) и слабощелочную, щелочную реакцию (7,2-9,2) соответственно, содержание гумуса 0,2-7% и 0,8-4,1%; легкосуглинистый состав с долей ила 2-2,8% и 2,8-3,5%. Из-за преобладания вулканических пород геохимическая специализация почв во всех родах элементарных ландшафтов в районе Закаменска имеет вид W-Mo-Cd-Bi-Sr ( $KK=1,5-9,2$ ), Эрдэнэта – V-Co-Sr-As (1,5-3). Латеральная дифференциация ТММ обусловлена близостью залегания почвообразующих пород и наличием их обломков в почвенном профиле, а также вариабельностью физико-химических свойств почв. Верхне-аккумулятивный тип распределения свойственен Cu, As, Sb, Mo, Pb, V, Co, Ni, Ba, Cd, Sn вблизи Закаменска и V, Cr, Co, Ni вблизи Эрдэнэта; вне-аккумулятивный – Bi, Cr, W и Cu, Zn, Sr, Mo, Cd, Sn, W, Ba, Pb соответственно; срединно-аккумулятивный – Sr, Zn вблизи Закаменска, нижне-аккумулятивный – As, Sb, Bi вблизи Эрдэнэта.

При техногенном воздействии контрастность латерального распределения ТММ в почвах Закаменска возрастает в десятки раз ( $L=6-47$ ), достигая для рудных элементов значений более 25, а Эрдэнэта – в единицы (2-8). Наибольшему влиянию подвержены почвы супераквальных ландшафтов Закаменска. Их приоритетными загрязнителями являются W, Mo, Bi ( $Kc=80-143$ ), Sb, Pb, Cd (19-32), Cu, Zn, Sn (3,8-7,4). Здесь расположены вторичные источники загрязнения в виде складированных отходов ДВМК: Барун-Нарынское, Зун-Нарынское и аварийное хвостохранилища, материал которых обогащен этими элементами [7]. В результате размыва Барун-Нарынского хвостохранилища и последующего руслового транспорта слагающего его материала в северной части города произошло загрязнение высокой и средней

поймы долины р. Модонкуль на протяжении 7,5 км. В месте, где направление течения реки меняется с меридионального на субширотное, на механическом барьере отлагается транспортируемый материал и сформировалось Модонкульское техногенное месторождение площадью 2,5 км<sup>2</sup>. Материал месторождения обогащен глиной и илом, насыщен сульфидами, содержит повышенные концентрации гюбнерита и шеелита. Переносу сульфидов, а с ними и халькофильных W, Mo, Bi, Sb, Pb, Cd, Cu, Zn и Sn на значительные расстояния способствует сохранившаяся на поверхности зерен пленка флотореагентов [7]. В Эрдэнэте почвы подчиненных ландшафтов испытывают не столь высокий техногенный пресс: в темно-каштановых почвах транс-аккумулятивных позиций приоритетными загрязнителями являются рудные элементы Mo и Cu, содержание которых превышают фоновые в 12,9 и 6,8 раз соответственно.

Таблица 1

Средневзвешенное содержание ТММ в фоновых и техногенно-нарушенных почвах гг. Закаменска и Эрдэнэта

ТММ	Кларк	Закаменск								Эрдэнэт					
		Фоновая катена				Городские катены				Фоновая катена			Городские катены		
		Э	ТЭ	ТА	СА	Э	ТЭ	ТА	СА	Э	ТЭ	ТА	Э	ТЭ	ТА
V	106	150	157	113	89,2	176	184	132	85	216	137	137	135	171	159
Cr	92	62	37	74	50,8	64,6	78,5	85,2	60,3	83	41,9	51,7	29,6	71,8	48,7
Co	15	25,7	15,6	12,6	9,7	20,2	19,7	17,2	9,2	25,3	16,5	16	11,5	18,9	15
Ni	50	63,3	21,2	32,7	31,4	30,4	38,5	43,4	24,7	59	32,6	33	20,8	46,2	29,8
Cu	27	52,3	20	16,1	16	71,3	57,6	82,7	119	30	33,4	26,1	46,6	93,1	178
Zn	75	66,7	86,5	54,6	36,5	106	97,5	284	238	94,8	64,7	75,5	54,9	87,3	86
As	5,6	16,2	7,3	4,3	3,6	7,7	7,5	6,9	7,7	4,6	9	11,5	7,3	14,3	16,9
Sr	270	240	721	443	557	297	325	335	229	806	639	662	336	519	420
Mo	1,1	4,63	1,8	1,89	1,7	3,1	2,5	5,5	148	1,2	1,4	1	2	6,1	13
Cd	0,09	0,83	0,16	0,13	0,2	0,65	0,2	5,7	3,8	0,15	0,17	0,17	0,13	0,19	0,24
Sn	2,5	3,03	2,4	1,9	1,6	11,7	2,4	2,9	6,2	2,2	2,34	2,03	1,95	2,9	3,1
Sb	0,81	1,93	0,8	0,66	0,8	1,7	1,25	5,6	24,6	0,53	0,64	0,96	0,51	1,3	1,8
Ba	628	980	996	703	569	561	648	692	509	638	449	699	304	567	602
W	2,03	4	2,1	4,5	2,3	12,9	9,1	45,9	331	1,3	1,2	1,3	0,96	1,6	1,7
Pb	17	30	24,4	18,1	13,7	28,2	26,6	113	306	14,3	11,4	16,4	9	18,4	19,8
Bi	0,23	0,36	0,16	0,34	0,34	0,76	0,46	3,1	26,9	0,14	0,18	0,2	0,11	0,25	0,25

Наименее трансформированы в обоих горнопромышленных центрах

почвы элювиальных ландшафтов: в Закаменске аккумулируются Sn, W, Bi, Zn ( $K_c=1,6-3,9$ ) и рассеиваются As, Ni, Sr ( $K_p=1,7-2,1$ ), в Эрдэнэте – Cu, Mo ( $K_c=1,5-1,6$ ) и Cr, Ni ( $K_p=2,8$ ).

В обоих центрах произошла смена верхне- и вне-аккумулятивного типов латерального распределения халькофильных элементов Cu, Sb, Mo, Pb, Bi, W в фоновых условиях на нижне-аккумулятивный в городских катенах. Cr, Ni, Sr имеют срединно-аккумулятивный тип дифференциации. Распределение остальных элементов зависит от индивидуальных особенностей центров: в зоне влияния ДВМК V, Co, Sn имеют верхне-аккумулятивный тип, As, Zn, Cd – вне-аккумулятивный, Ba – срединно-аккумулятивный; в районе ЭММК V – вне-аккумулятивный, Zn, As, Cd, Sn, Ba – нижне-аккумулятивный, Co – срединно-аккумулятивный.

*Диагностика латеральных ГХБ.* Для выявления ведущих природных и антропогенных факторов, обуславливающих пространственные различия в уровнях средневзвешенного в профиле содержания ТММ и формирование ЛГХБ в почвах катен, проведен многофакторный регрессионный анализ. Рассмотрено влияние: (1) функционального назначения городских территорий, которое отражает антропогенную нагрузку на ландшафты; (2) почвообразующей породы, определяющей природную геохимическую неоднородность почв; (3) геохимической позиции элементарного ландшафта, зависящей от положения в рельефе; (4-10) физико-химических свойств почв, влияющих на миграционную способность ТММ: гранулометрического состава (количества физической песка и илистой фракции), реакции среды, содержания гумуса и оксидов Al, Fe, Mn. Различные классы ЛГХБ диагностировались по сочетанию факторов, способствующих максимальному накоплению тех или иных ТММ.

В подчиненных ландшафтах горнопромышленных центров сформировался природно-техногенный сорбционно-седиментационный барьер.

В зоне влияния ДВМК это проявляется в увеличении количества физического песка (до 95%), поступающего в ландшафты за счет сернокислого выветривания и водной эрозии хвостохранилищ, и накоплению относительно фоновых концентраций халькофильных элементов W, Mo, Bi ( $K_c=80-143$ ), Sb, Pb, Cd (19-32), Cu, Zn (6,5-7). В районе ЭММК возрастает доля ила (до 5-6%) и содержание рудных элементов Mo и Cu ( $K_c=7-13$ ). Это объясняется антропогенным происхождением этой фракции: при извлечении полезной компоненты исходная порода, обогащенная Mo и Cu, дробится на частицы размером 0,07 мм и менее и вызывает аэрогенное загрязнение почв. После извлечения рудных элементов отходы складываются в хвостохранилища, которые в зоне влияния ДВМК подвержены водной эрозии, что приводит к перемещению большого количества крупной фракции, содержащей повышенные концентрации ТММ, а в районе ЭММК – эоловому переносу тонких частиц с поверхности мест складирования хвостов.

Остальные элементы в Закаменске осаждаются на хемосорбционном барьере, который диагностируется по наличию прямой зависимости между содержанием V, Co и Ba и оксидов Fe, Mn и Al; органоминеральном – при положительной связи концентрации Sn и органического вещества. Для Mo, Cd и Sb установлена обратная связь с содержанием оксидов Mn и Al соответственно, что свидетельствует о формировании глеевого барьера в условиях повышенного увлажнения и переходе окисной формы  $Mn^{3+}$  в менее подвижную закисную –  $Mn^{2+}$ .

В Эрдэнэте V, As, Cr, Ni, Ba осаждаются на хемосорбционном барьере. Щелочной барьер, выделяемый по положительной связи между  $pH$  и концентрацией элементов, является наиболее значимым для Sr, W и Sn. Распределение халькофильных элементов Zn, Cd, Pb, Bi и Sb определяется литолого-геохимической неоднородностью почво-образующих пород: наибольшее накопление происходит в почвах на четвертичных отложениях и

гранодиоритовых и гранитовых свитах пермского комплекса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-05-41024).

#### Список источников

1. Геннадиев А.Н., Жидкин А.П. Типизация склоновых сопряжений почв по количественным проявлениям смыва-намыва вещества // Почвоведение, 2012, № 1, с. 21-31.
2. Глазовская М.А. Геохимические барьеры в почвах: типология, функциональные особенности и экологическое значение / Геохимия ландшафтов и география почв. 100 лет со дня рождения М.А. Глазовской. Под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. М.: АПР, 2012, с. 26–44.
3. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Моск ун-та Серия 5 География, 2015, № 2, с. 7–17.
4. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1975. 342 с.
5. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. М.: Астрей-2000, 1999, 768 с.
6. Хайбрахманов Т.С., Тимофеев И.В., Кошелева Н.Е. Опыт построения карты родов элементарных ландшафтов на основе ЦМР для территории г. Закаменска (Бурятия) / Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы VII Всеросс. конф. Воронеж, 2015, с. 148–152.
7. Ходанович П.Ю., Смирнова О.К., Яценко Р.И. Экологические проблемы освоения сульфидсодержащих вольфрамовых месторождений в условиях таежно-мерзлотных ландшафтов расчлененного среднегорья // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2002, № 12, с.52–59.

**ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО  
ПАРТНЕРСТВА КАК МЕХАНИЗМА РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**THE FOREIGN PRACTICE OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IMPLEMENTING  
AS A MECHANISM FOR TERRITORIAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT**

*Трунова О.Д.  
Trunova O.D.*

*Уральский Федеральный Университет им. первого Президента России Б.Н.Ельцина*

*Ключевые слова:* территориальное развитие, государственно-частное партнерство (гчп), инфраструктура, гчп за рубежом, история гчп

*Аннотация:* В статье рассмотрено взаимодействие государственных и бизнес-структур в качестве инструмента для инфраструктурного и экономического развития территории. Работа носит обзорный теоретический характер. На основании библиографического анализа проиллюстрированы примеры развитых стран Западной Европы, а также США и Китая с точки зрения формирования государственно-частного партнерства и его исторического становления. Несмотря на разницу в подходах, в различные периоды времени правительства разных стран обращались к данной концепции как к механизму для социально-экономического подъема территории.

*Abstract:* The author considers cooperation between public sector and business structures as a mechanism for infrastructure and economic territory development in this theoretical paper. Experience of public-private partnerships models establishing in some European countries, USA and China is described as a historical illustration based on literature analysis results. Different national governments apply diverse approaches for this concept implementing but all of them use public-private partnerships as a mechanism for social and economic growth of the region.

Территориально развитие представляет собой комплексный процесс, который может осуществляться как на уровне государства, так и в более локальных масштабах. При этом важно понимать, что развитие на уровне штата, региона или области вносит вклад в формирование изменений на уровне страны. Так, в перечень главных целей стратегии территориального развития Российской Федерации входит укрепление единого экономического пространства и гармоничное развитие всех регионов [1].

По мнению Савченко А.Б., ключевым условием для осуществления данного процесса в масштабах региона или города является баланс



взаимодействия на территории всех представленных на ней сил, ресурсов и условий, важную часть которого составляет конструктивный диалог власти и бизнеса [2].

Одним из способов взаимодействия государственных и бизнес-структур является механизм государственно-частного партнерства (ГЧП), в рамках которого объединяются ресурсы обеих сторон в целях реализации совместного мероприятия.

В последнее время ГЧП широко обсуждается как в иностранной, так и в отечественной литературе, при этом позиции экспертов варьируются в определении данного понятия. В общем виде, оно представляет собой совокупность форм средне- и долгосрочного взаимодействия государства и бизнеса для решения общественно значимых задач на взаимовыгодных условиях.

В России развитие ГЧП в современном его понимании в качестве инструмента решения многих социально важных и инфраструктурных задач, возникающих перед государством, началось сравнительно недавно, в то время как за рубежом данный механизм уже доказал свою эффективность. В этом контексте целесообразным и логичным представляется изучение опыта становления государственно-частного партнерства в иностранных государствах, преимущественно в развитых странах Западной Европы.

По мнению Абдрахманова А.И., с точки зрения развития ГЧП политическая практика западных государств является примером создания и функционирования зрелой политической и институционально-правовой базы для становления различных форм взаимодействия между государством и частными структурами. Нормативно-правовая база значительной части государств официально закрепляет суть механизма государственно-частного партнерства, регламентирует формы и схемы действия такой формы кооперации, при этом в рамках развития институционального окружения

созданы специальные структуры для курирования проектного взаимодействия власти и бизнеса [3]. Высокий уровень развития ГЧП отчасти связан с имеющимся опытом реализации проектов с совместным участием государства и частных структур, который был накоплен в течение длительного времени.

Часто в литературе ГЧП представляется как новое изобретение, инновационный инструмент для развития инфраструктуры, как в мировом масштабе, так и на национальном уровне. Фактически же взаимодействие между публичным и частными структурами начало формироваться значительно раньше. Так, Татаркин А.И. подчеркивает, что во времена зарождения римского права существовала возможность предоставления частным лицам концессий на снабжение населения чистой водой [4], однако в рамках данной работы будут рассмотрены примеры развития государственно-частного партнерства в более поздние периоды времени.

Непосредственно термин «государственно-частное партнерство» или «public-private partnership» в качестве устоявшегося понятия в современном его понимании появился сравнительно недавно - в 1980-е гг. в Великобритании [5]. Предпосылкой для инициации данной концепции стали кризисные явления в конце 70-х гг. XX в., распространившиеся на многие государства. Их последствия негативно отразились на развитии крупных индустриальных центров и существенно повлияли на уровень развития территорий. Правительством Великобритании была разработана программа развития государственно-частного партнерства, предполагающая выделение «предпринимательских зон» – ограниченных городских территорий с неблагоприятными социально-экономическими условиями, в отношении которых будут приняты меры по развитию территориально-пространственной структуры и инвестиционной деятельности, сочетающие интересы органов местного самоуправления и частных предпринимателей [6].

Опыт стран Западной Европы может быть проиллюстрирован разнообразными примерами реализации крупных инфраструктурных проектов.

В Германии и Австрии осуществление мероприятий по развитию инфраструктуры с участием частных инвестиций исторически берет начало, по меньшей мере, в 19 в. [7]. Один из проектов – строительство участка австрийской железнодорожной сети. В 1874 г. между правительством Австрии и частным консорциумом было заключено концессионное соглашение об осуществлении строительства, финансирования, а также эксплуатации отрезка железнодорожного сообщения между коммунами Штайнах и Рид, которое получило название Железная дорога кронпринца Рудольфа [5].

В Германии в начале индустриальной эпохи в 18 в. перед государственным сектором встает задача инфраструктурного обеспечения, при решении которой правительство сталкивается с бюджетными ограничениями. Однако значительный интерес к концепции ГЧП наблюдается лишь в 1980-е гг. при осуществлении проектов по развитию городской инфраструктуры [5].

С середины 18 в. в Бельгии инструмент государственно-частного партнерства также был задействован при реализации большинства крупных инфраструктурных проектов. Данное взаимодействие государственных структур и бизнеса началось с создания межмуниципальных организаций, преимущественно рыночно ориентированных. В период возникновения контрактов о государственных закупках и концессионных соглашениях – акцент был смещен на предоставление государственных услуг и выполнение общественных работ. Так, строительство железнодорожных путей осуществлялось на основе концессий, а создание и эксплуатация платных дорог, развитие телефонной сети и телеграфной связи – в тесном сотрудничестве с партнерами со стороны частного сектора [5].

Во Франции кооперация государственного сектора и бизнеса начала формироваться в середине 16 в. Первый ГЧП-проект представлял собой

строительство канала в долине Кро рядом с г.Салон-де-Прованс, в рамках которого инженеру А.де Крапону в 1554 г. была предоставлена концессия [5]. Однако, это не единственный ГЧП-проект по созданию канала во Франции, с 1666 по 1681 гг. по аналогичной схеме осуществлялось строительство части Южного канала, соединившего на юге Франции г.Тулузу с г.Сет. В качестве частного партнера выступил инвестор Пьер-Поль Рике, внедрив более 328 технических сооружений, в частности, шлюзы, туннели, акведуки и мосты. В 1996 г. данный объект был включен в перечень объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО [8].

Позднее в 17-18 вв. применение концессионных соглашений получило более широкое распространение в сфере транспортной и коммунальной инфраструктуры. Данный вид контракта использовался в рамках сотрудничества для строительства дорог, мостов, каналов, дамб, реализации функций по очистке улиц. В 19 в. перечень объектов был расширен и включал железнодорожные пути сообщения, системы городской канализации и т.д.

Однако, не только в Европе концепция государственно-частного партнерства на этапе становления получила наибольшее развитие именно в транспортной сфере. В США частным структурам была отведена важная роль в строительстве, финансировании и эксплуатации государственных автомагистралей и шоссе, начиная с момента появления дорожного строительства в данной стране.

Сазонов В.Е. отмечает, что первые упоминания о концессиях в США датируются 17 в., когда губернаторы штатов стали выдавать прибывающим на поселение гражданам других стран концессии на землю, реки, строительство дорог. На данной территории развивались свои традиции взаимодействия государства и частного сектора, которые существенно отличались от европейских [5].

С ростом размера дефицита денежных средств на федеральном и региональном уровнях для финансирования строительства и эксплуатации шоссе, увеличилась необходимость более качественного развития наземных транспортных систем, что сформировало важность привлечения частного сектора в сфере дорог и транспорта. Так, первые крупные государственные дороги на территории США преимущественно были платными. В 1792 г. в штате Пенсильвания была построена первая платная дорога по направлению Филадельфия – Ланкастер. Позднее более 50 аналогичных дорог, пользование которыми осуществлялось на платной основе, было создано в штате Коннектикут, 67 – в Нью-Йорке и Массачусетсе, и в других штатах [5]. Благодаря активному привлечению частного сектора значительно выросли темпы не только строительства, а также освоения новых земельных участков и экономического роста.

Со временем началось активное формирование институциональной среды для развития ГЧП, причем именно в сфере дорожного строительства. Отмечается, что одним из важных шагов стало принятие Закона о шоссе федерального назначения в 1916 г., предписывавшего создание в каждом штате дорожного агентства, в число сотрудников которого должны были входить инженерно-технические специалисты для осуществления реализации федеральной программы по строительству государственных шоссе федерального назначения [5]. Таким образом, постепенно выстраивается система управления государственно-частным партнерством в масштабах страны.

В качестве примера развития государственно-частного партнерства в странах Азии, может быть проиллюстрирован опыт Китая. Специалисты Liu Z. и Yamamoto H.[9] утверждают, что основные предпосылки для развития данного механизма в Китае закладываются в Программе четырех модернизаций (the concept of the Four Modernizations), анонсированной в середине 1960-х гг. и

предполагающей модернизацию по четырем направлениям: сельское хозяйство, промышленность, национальная безопасность, а также наука и технологии. Позднее положения концепции легли в основу экономических реформ в 1978 г., ориентированных на формирование «блестящего» будущего экономики Китая к 2050 г. [9].

В процессе развития государственно-частного партнерства в данном государстве условно выделяются четыре ключевых этапа (эры) [10]: начальный этап (1980-е гг.), стадия «маркетингового продвижения» государственно-частного партнерства (1990-2008 гг.) этап временной стагнации (2008-2013) и так называемая «эра нового развития», которая берет начало с 2013 г. и продолжается по настоящий момент времени. В рамках данного этапа правительство страны в конце 2013 г. анонсировало разработку «научной модели промышленности на основе ГЧП», в середине 2014 г. учредив специальные рабочие группы, а в конце 2015 г. создав Азиатский банк инфраструктурных инвестиций (Asian Infrastructure Investment Bank (АИВ) [10], что стало значительным вкладом в развитие концепции ГЧП в Китае.

Таким образом, концепция государственно-частного партнерства за рубежом - в Китае, США и ряде развитых европейских стран, таких как Германия, Австрия, Бельгия, Франция рассматривалась, прежде всего, в качестве инструмента для мобилизации ресурсов, социально-экономического роста, использования ранее незадействованных резервов для стимулирования частных инвестиций в городскую инфраструктуру, промышленность, территориальное развитие. В рассмотренных странах Европы становление данного механизма на начальном этапе осуществлялось на примерах точечных проектов, затем перерастая в формирование институционального окружения. В США данный процесс происходил более организованно, где отправной точкой была сфера дорожной инфраструктуры. В Китае идея развития государственно-частного партнерства изначально исходила от правительства и

позиционировалась как необходимое преобразование государственного сектора в ответ на вызовы рыночной экономики.

Несмотря на различия в подходах, взаимодействие государственных и частных структур в ряде государств в различные периоды времени рассматривалось в качестве механизма, способного оказать существенное влияние на территориальное, инфраструктурное и экономическое развитие той или иной местности.

#### Список источников

1. Басангова К. М. Стратегия территориального развития Российской Федерации/ К.М. Басангова // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2011. – №1. – С.4-7;
2. Савченко А. Б. Региональное и городское развитие: ситуационный подход к стратегическому управлению и мониторингу/ А.Б.Савченко // Балтийский регион.– 2013. – №1. – С.78-98;
3. Абдрахманов А.И. Институциональная среда и особенности развития государственно-частного партнерства на Западе: пример для российского опыта/ А.И.Абдрахманов // Вестник РУДН. Серия: Политология. – 2012. – №4. – С.95-104;
4. Татаркин А. И. Теоретические основы государственно-частного партнерства [Электронный ресурс] / Татаркин А.И. , Романова О.А., Лаврикова Ю.Г.//Бизнес, менеджмент право. – 2005. – Режим доступа: [http://bmpravo.ru/show\\_stat.php?stat=311](http://bmpravo.ru/show_stat.php?stat=311);
5. Сазонов В. Е. Государственно-частное партнерство в России и за рубежом: административно-правовое исследование [Электронный ресурс] / В.Е.Сазонов // Бизнес, менеджмент и право. – 2013. – Режим доступа: [http://www.bmpravo.ru/show\\_stat.php?stat=934](http://www.bmpravo.ru/show_stat.php?stat=934);
6. Мингалева, Ж.А. Особенности применения формы государственно-частного партнерства для развития предпринимательства и решения социальных проблем городов [Электронный ресурс] / Ж.А. Мингалева // Наукоедение: электрон. журн. - 2014. - № 5 (24). - Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/150EVN514.pdf>;
7. McQuaid R. W., Scherrer W. Public private partnership – comparative issues in the UK, Germany and Austria / Paper for the 11th International Public Private Partnerships Conference (University of Iași, Iași, Romania, 25–27th May 2005). – 23 p. ;
8. UNESCO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://whc.unesco.org/en/list/770> ;
9. Liu Z. Public-private partnerships (PPPs) in China: present conditions, trends, and future challenges/ Z. Liu, H.Yamamoto //Interdisciplinary Information Sciences. – 2009. – Т. 15. – №. 2. – P. 223-230;
10. Deng Z.Private participation in infrastructure project and its impact on the project cost/ Z.Deng, S.Song, Y.Chen //China Economic Review. – 2016. – Т. 39. – P. 63-76.

**ВОПРОСЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
МЕХАНИЗМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ<sup>4</sup>**

**REFORMING ECONOMIC MECHANISM OF ENVIRONMENTAL  
PROTECTION**

Хильченко Н.В.

**Nkilchenko N.V.**

Институт экономики УрО РАН

*Ключевые слова:* инструменты эколого-экономического регулирования, природоохранная деятельность, плата за негативное воздействие на окружающую среду, наилучшие доступные технологии(ндт).

*Аннотация:* Выполнен анализ последних изменений в законодательстве в части реформирования системы платности за негативное воздействие на окружающую среду. Сформулированы методические подходы к определению размера платы за загрязнение атмосферного воздуха и водных источников с учетом фонового загрязнения соответствующей природной среды на данной территории тем или иным загрязняющим веществом.

*Abstract:* A analysis of recent changes in the legislation regarding the reform of the system of charges for negative impact on the environment. Methodical approaches to determining the amount of payment for pollution of atmospheric air and water sources taking into account the relevant background pollution of the natural environment in the territory of one or another pollutant.

В настоящее время в России создано достаточно развитое природоохранное (экологическое) законодательство и в основном сформирован экономический механизм охраны окружающей среды (ОЭС), включающий довольно большой перечень различных инструментов эколого-экономического регулирования. Однако потенциал стимулирующего воздействия этих инструментов различен. Безусловный приоритет здесь принадлежит платежам за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и связанными с ними нормативами выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещение отходов. От размера и порядка взимания платы зависит экономическая эффективность природоохранных

---

<sup>4</sup> Работа выполнена в соответствии с планом НИР Института экономики УрО РАН на 2016-2018 гг.



мероприятий, осуществляемых ее плательщиками. Это определяет степень экономической мотивации природопользователей в отношении проведения того или иного природоохранного мероприятия, включая внедрение экологически чистых технологий.

В последние три года у нас в стране были приняты важные нормативные документы, которые меняют порядок определения размера платы за НВОС и экономический механизм охраны окружающей среды в целом [1,2]. Основные нововведения следующие:

- введение технологического нормирования на принципах наилучших доступных технологий (НДТ) и освобождение от платы за НВОС предприятий, внедривших НДТ;
- отсутствие платы за остаточное загрязнение;
- рост повышающего коэффициента к базовым ставкам платы за сброс(выброс) загрязнений в пределах временно разрешенных(согласованных) сбросов(выбросов) и за превышение последних соответственно в 25 и 100 раз (было в 5 и 25 раз);
- отмена коэффициентов экологической ситуации и экологической значимости по природным средам и введение единственного повышающего коэффициент 2 для «территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами»;
- зачет платы за загрязнение в счет инвестиций в охрану окружающей среды;
- финансовая поддержка государства при внедрении НДТ;
- выдача комплексных экологических разрешений на основе программ повышения экологической эффективности на предприятиях;

- разделение предприятий на 4 категории по степени негативного воздействия на окружающую среду и применение к каждой категории дифференцированных мер государственного регулирования;

По замыслу авторов законов стимулирующая функция платы за загрязнение должна существенно усилиться, а для этого должен вырасти и размер платы по сравнению с его нынешним уровнем, чтобы предприятиям было экономически выгодно внедрять НДТ. Самым положительным моментом в данных нововведениях считаем возврат к порядку «зачета платежей за НВОС в счет инвестиций в ООС» на данном предприятии, т.к. это является весьма сильным стимулирующим фактором, что показал опыт применения этого порядка в 90-ые годы прошлого века.

К недостаткам предлагаемого реформирования можно, на наш взгляд, отнести отказ от большинства повышающих коэффициентов экологической ситуации и оставление всего одного коэффициента - 2 для особо охраняемых территорий. В результате в ближайшие годы до введения в полном объеме предлагаемых изменений в системе платности возможно снижение размера начисленной платы за НВОС. Так, по экспертным оценкам, в результате перехода на новый механизм платы с отменой ряда повышающих коэффициентов, а также за счет применения различных льгот, предоставляемых предприятиям, в 2017 г. и в последующие годы размер платы за НВОС может снизиться по сравнению с уровнем 2014-2015 гг. в 1,5-2 раза и даже более [3]. В настоящее время удельный вес платежей за загрязнение составляет в среднем сотые доли процента в стоимости валовой продукции промышленности и существенно различается по видам хозяйственной деятельности. По Свердловской области, по нашим расчетам, от 0,001 % в производстве транспортных средств и оборудования до 0,06 % в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды, что, естественно, не стимулирует предприятия заниматься природоохранной деятельностью.

Платежи за НВОС представляют собой форму возмещения экономического ущерба от сброса (выброса) загрязняющих веществ и в идеале они должны приближаться к его уровню. Современные же платежи фактически строятся, по выражению Гусева А.А.[4], по принципу «квазиущерба». Это связано, прежде всего, с недостаточной платежеспособностью предприятий-источников загрязнения, с одной стороны, и существующей системой налогообложения, характеризующейся низким уровнем природно-ресурсных платежей. Анализ укрупненных расчетов российских экономистов-экологов (Гусев А.А[4], Рюмина Е.В.[5], Хильченко Н.В. [6] и других) показал, что диапазон требуемого увеличения ставок платы составляет от 18 до 58 раз, чтобы плата была адекватна величине наносимого ущерба.

Как известно, до принятия законов [1,2] для отдельных регионов и бассейнов рек устанавливались к базовым нормативам, учитывающие экологические факторы. Их значения находились в диапазоне от 1 до 2 для водных источников и почвы, воздуха от 1 до 2,4. [7]. Эти коэффициенты были незначительно дифференцированными, что не отражало реальных весьма существенных различий в экологической ситуации территорий (участков рек). Однако и они были отменены, что отдаляет платежи от реально наносимого ущерба окружающей среде и не позволяет оптимальным образом решать региональные экологические проблемы. По-нашему мнению, следовало бы, наоборот, усилить значимость территориального фактора в формуле платы, введя повышающие коэффициенты по тем веществам, степень загрязнения которыми на данном водохозяйственном участке реки стабильно высокая, выделив приоритетные загрязняющие вещества по критерию опасности для человека и окружающей среды. Очевидно, что чем выше степень загрязнения воды источника - приемника сточных вод тем или иным веществом, тем выше должна быть плата за их сброс при прочих равных условиях. Считаем, что за счет этого фактора можно было бы поднять размер платы за выброс(сброс) приоритетного

загрязняющего вещества до 50-60 раз, максимально приблизив размер платы к величине реально наносимого ущерба окружающей среде. Например, в Свердловской области, на протяжении многих лет приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха, обладающими высокой токсичностью, являются взвешенные вещества (пыль), бенз(а)пирен, диоксид серы, диоксид азота, формальдегид (по данным Государственных докладов о состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области за 2007-2015 гг.). Причем сведения по приоритетным веществам в Госдокладах приводятся в разрезе 12 муниципальных образований, что позволяет дифференцировать данные коэффициенты по муниципальным образованиям. Определением перечня приоритетных веществ для водоохозяйственных участков бассейнов рек, атмосферного воздуха и почвы данной территории могли бы заниматься органы Минприроды на местах совместно с органами Россанэпиднадзора. Это позволило бы усилить стимулирующее воздействие платы и ускорило бы внедрение НДТ в первую очередь на тех предприятиях, которые расположены на экологически неблагоприятных территориях.

#### Список источников

1. О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 219 от 25 июля 2014 г / <http://docs.cntd.ru/document/901808297>.
2. Постановление правительства РФ от 13 сентября 2016 г. №913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах»/[Электронный ресурс]: <http://www.pravogov.ru>.
3. Филиченкова О.А. Новые ставки экологических платежей// Экология производства - 2016, № 10. С.13-22.
4. Гусев А.А. Современные экономические проблемы природопользования. М.: Изво «Международные отношения», 2004. 205 с.
5. Рюмина Е.В. Количественные сопоставления природоохранных затрат и ущерба от загрязнения // Экономика природопользования. 2008, № 4. С. 39-46.
6. Хильченко Н.В., Ануфриев В.П. Формирование и реализация региональной экологической политики в нефтегазодобывающем регионе. – Екатеринбург, 2005.
7. Постановление Правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632 "Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия" (с изменениями и дополнениями)/[Электронный ресурс]: <http://www.pravogov.ru>.

**ОБЪЕМ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК  
ФАКТОР ПРОГНОЗА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ СРЕДИ  
НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**THE VOLUME OF WASTE FORMATION OF A MINING ENTERPRISE AS  
A FACTOR OF THE INCIDENCE OF CANCER AMONG THE  
POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*Цейтлин Е.М., Ларионов М.А., Майоров А.М.*

*Tseytlin E.M., Larionov M.A., Mayjrov A.M.*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»*

*Ключевые слова:* горнопромышленный комплекс, отходы, заболеваемость раком, корреляция, регрессионный анализ

*Аннотация:* Горнопромышленный комплекс оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Ключевым фактором воздействия горного производства на окружающую среду являются отходы производства. Объемы их образования прямо или косвенно влияют на качество окружающей среды. Найдена связь между заболеваемостью людей раком и объемом образования отходов горного производства. Выполнен прогноз заболеваемости людей раком в случае изменения объемов образования отходов горного производства с использованием метода регрессионного анализа.

*Abstract:* Mining industry has a significant negative impact on the environment. The key factor in the impact of mining production on the environment is the production waste. The volumes of their formation directly or indirectly affect the quality of the environment. The relationship between cancer incidence and cancer production was found. The forecast of morbidity of people with a cancer in case of change of volumes of formation of a waste of mountain manufacture with use of a method of regression analysis is executed.

Горные и горно-металлургические предприятия оказывают значительное воздействие на все компоненты окружающей среды. Отдельно важно отметить, что существенный вклад в негативное воздействие на окружающую среду вносят отходы производства и потребления, в первую очередь от горных предприятий. Так вклад горных предприятий в объем образующихся отходов в Российской Федерации составляет более 90% [1,2].

Отходы, в отличие от остальных видов воздействия одинаково негативно влияют на все компоненты окружающей среды: на атмосферный воздух, на водные объекты, на почвы, а также на живые организмы.

Изменение добычи горной массы определяет объемы производства по остальным подразделениям горного предприятия, дочерним предприятиям и другим промышленным объектам. Соответственно, горные предприятия прямо или косвенно влияют на качество окружающей среды в районе их расположения.

С учетом вышеизложенного, можно считать, что количество образующихся отходов горнопромышленного комплекса (ГПК) с одной стороны является одним из основных факторов, определяющих изменение экологической ситуации в стране, а с другой – ключевым фактором, определяющим влияние горной отрасли на окружающую среду.

Целью данного исследования является определение наличия влияния горнопромышленного комплекса на заболеваемость населения.

Исходя из вышеизложенного, для определения наличия такой зависимости было решено провести корреляционный анализ зависимости заболеваемости различными болезнями людей в РФ от объемов образования отходов производства горнопромышленного комплекса.

В качестве исходных данных были взяты официальные данные Росстата [3].

Корреляция или корреляционная зависимость — статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми). При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин.[4]

Наличие или отсутствие корреляционной связи определяется коэффициентом корреляции. Коэффициент корреляции  $r$  изменяется в интервале от  $-1$  до  $+1$ . Величина  $r$  указывает на то, как близко расположены точки к прямой линии. В частности, если  $r = -1$ , то можно говорить об очень сильной обратной

корреляционной связи, 0 – о нулевой корреляции, а при  $r = +1$  – об очень сильной прямой корреляции величин.

При значениях коэффициента корреляции от 0,8 до 1 корреляционная связь считается очень сильной, от 0,6 до 0,8 – сильной, от 0,4 до 0,6 средней, от 0,2 до 0,4 слабой и от 0 до 0,2 очень слабой.

Результаты корреляционного анализа зависимости количества заболевших людей раком в РФ от объемов образований отходов горных предприятий представлено в табл. 1. Аналогичные исследования были проведены авторами и для других болезней (например, болезней органов дыхания).

Исходя из результатов исследования видно, что заболеваемость многими болезнями напрямую зависит от объема образованных отходов горными предприятиями. Наиболее сильная зависимость имеется для заболеваемости людей раком. Коэффициент корреляции равен 0,94.

При этом для многих заболеваний прямая корреляционная связь очень слабая или отсутствует вовсе. Примерами таких заболеваний являются инфекционные заболевания, болезни нервной системы, болезни глаз и некоторые другие заболевания.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа зависимости заболеваемости населения РФ от объемов образований отходов горных предприятий

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Коэф.кор. r
Образовано отходов ГПК, млрд. т	2,5	2,9	2,8	3,4	3,1	3,3	3,8	4,6	4,7	4,8	4,7	<b>0,94</b>
Рак, млн чел	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	

Прогноз количества заболевших раком предлагается выполнить с использованием метода прогнозирования данных на основе расчета регрессионного уравнения. Суть применения метода состоит в построении

(подборе) статистической модели, описывающей зависимость того или иного прогнозируемого показателя от другого (в нашем случае – от объемов образования отходов горного предприятия).

Наилучшая модель выбирается по величине рассчитываемого коэффициента корреляции, отражающего наличие и тесноту связи между двумя показателями. Прогноз в данном случае осуществляется путем подстановки значений производительности в выбранную статистическую модель (зависимость) (Рисунок 1)

Прогноз произведен для условий уменьшения объемов образования отходов ГПК на 10% до 4187,7 млн. т (вариант 1) и аналогичного увеличения объема образованных отходов ГПК до – 5118,3 млн. т (вариант 2). Пример уравнения регрессии количества заболевших раком людей и объема образованных отходов и их графическое представление приведено на рисунке 1, результаты прогноза заболевших раком людей с учетом изменения объемов образования отходов горного производства, выполненные на основе регрессионного анализа, представлены в таблице 2.

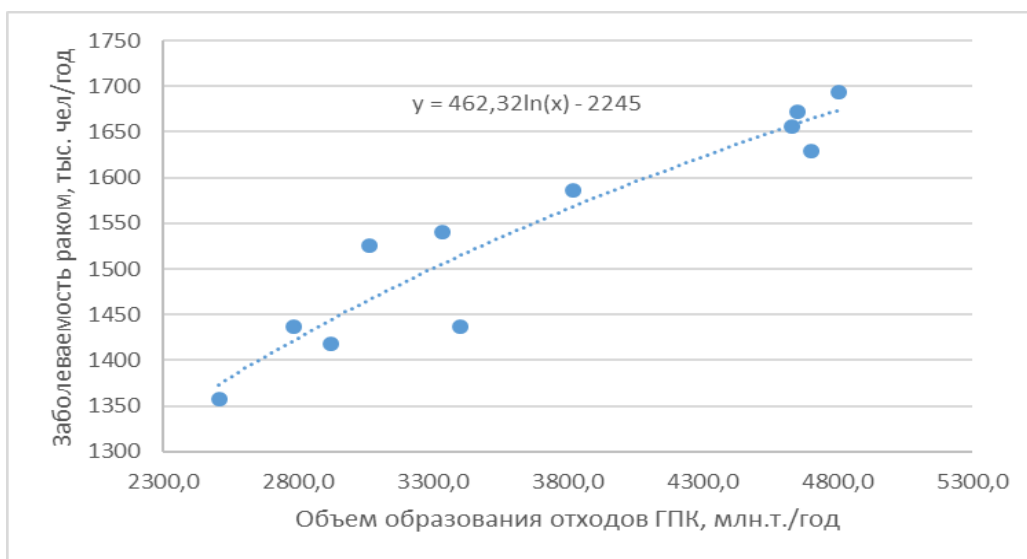


Рисунок 1 – Пример уравнения регрессии, описывающего зависимость заболеваемости людей раком от объемов образования отходов горными предприятиями



Результаты прогноза заболевающих раком людей с учетом изменения объемов образования отходов горного производства, выполненные на основе регрессионного анализа

Прогноз заболеваемости раком населения РФ (вариант 1), тыс. человек	Прогноз заболеваемости раком населения РФ (вариант 2), тыс. человек
1611	1703

**В заключении хотелось бы отметить следующее:**

1. Горная промышленность является основным источником воздействия на окружающую среду.

2. Важным фактором данного воздействия является объем образования отходов горнопромышленного комплекса (ГПК). Данный фактор прямо или косвенно влияет на качество окружающей среды в РФ. Более 90% всех образованных отходов – это отходы минерально-сырьевого комплекса.

3. Объем образованных отходов горных предприятий прямо или косвенно влияет на заболеваемость людей различными заболеваниями. Так связь между заболеваемостью раковыми заболеваниями и объемом образования отходов является очень сильной (коэффициент корреляции составляет 0,94). При этом в сравнении с другими заболеваниями данная связь самая сильная.

4. В исследовании был проведен прогноз заболеваемости раком в случае изменения объемов образования отходов на 10% в сторону уменьшения и увеличения. Было выяснено, что при увеличении объемов образованных отходов от горного производства (и соответствующем ухудшении экологической ситуации в стране) число заболевших раком может вырасти ориентировочно на 1,8% до 1703 тыс. человек в год, а при уменьшении объемов образования отходов на 10% число заболевших уменьшится на 3,7% в год до 1611 тыс. человек.

#### Список источников

1. Исследование, оценка и оптимизация уровня экологической безопасности окружающей среды в условиях горного производства : на примере Среднего Урала : автореферат дис. ... кандидата геолого-минералогических наук : 25.00.36 / Цейтлин Евгений Михайлович; [Место защиты: Ур. гос. гор. ун-т]. - Екатеринбург, 2013. - 22 с.
2. Хохряков А.В., Фадеичев А.Ф., Цейтлин Е.М. Динамика изменения воздействия ведущих горных предприятий Урала на окружающую среду// Известия Вузов. Горный журнал, 2011 – с.44-52
3. Материалы сайта «Росстат» [www.gks.ru](http://www.gks.ru)
4. Карасев В.А., Богданов С.Н., Левшина Г.Д. Теория вероятностей и математическая статистика. Разд. 2. Математическая статистика: Учеб.-метод. пособие. - М.: МИСиС, 2005. - 117 с.

## RISK ASSESSMENT MODELING OF COAL FIRES IN THE P.R. CHINA USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND GIS

*Drebenstedt K.<sup>1</sup>, Knobloch A.<sup>1,3</sup>, Gusat O.<sup>1</sup>, Fischer C.<sup>2</sup>, Barth A.<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> TU Bergakademie Freiberg, Institute for Mining and Special Civil Engineering*

*<sup>2</sup> German Aerospace Center (DLR), German Remote Sensing Data Center (DFD-LA)*

*<sup>3</sup> Beak Consultants GmbH*

*Keywords:* artificial neural networks, risk assessment, coal fires, advangeo®.

*Abstract:* Coal fires endanger the environment including coal resources and human infrastructure. Hence, early coal fire detection as well as efficient prediction is necessary to avoid coal fires. Artificial neural networks using artificial intelligence were used for the modelling and prediction of the probability of coal fires on a country-wide scale.

Generally, artificial neural networks (ANN) are used for statistical modelling of spatial events in geosciences. The advantage of neural networks is their ability to understand and represent complex interrelations between numerous influencing parameters through learning from known (spatial) events and to apply the knowledge to areas that haven't been investigated yet.

The software advangeo® was developed to enable GIS users to apply methods of neural networks on raster geodata. The statistic modelling results can be displayed user-friendly within ESRI ArcGIS environment. The complete workflow is documented by the software.

This paper presents a case study, which dealt with spatial prediction of coal fires in the People's Republic of China on basis of existing base raster data (elevation, mean annual temperature, total annual precipitation, population), derived raster data (elevation gradient, distance to surface water, landcover, existence of Quaternary cover units), vector data of influencing parameters (coal rank / type, raw ash content, sulphur content, volatile matter) assigned to known coal field locations and selected known coal fire events.

As result, a map of probability of the occurrence of coal fires is compiled, which can be used for the risk assessment and, furthermore, for the prevention of coal fires. Based on the different weighting of the influencing factors in the developed neural network, conclusions can be drawn about the significance of certain factors for the appearance of coal fires.

### 1. Introduction

Natural events such as coal fires are usually caused by a complex interaction of factors. However, an exact mathematical formulation of equations describing the dependence of this event on several other essential factors is rather impossible. Typically, a model relates only to some aspects of the phenomenon in question.

Due to the lack of data and knowledge about the details of many geo-processes, mathematical and analytical models cannot be successfully applied with reasonable

effort. Methods of artificial intelligence (artificial neural networks: ANN) on the other hand represent a reliable tool to analyse the causal relationships based on the available knowledge for predictive tasks. This approach is working for a reasonable effort in terms of data processing, model design and computation time. In the past, the application of neural network technologies in GIS environments has faced many difficulties for standard users due to lack of user-friendly tools. The software advangeo® was developed by Beak (2007-2009) to enable GIS users to apply methods of ANN on raster geodata.

In this paper, the first results of the case study for the risk assessment modelling of coal fires in China using advangeo® are presented. In the past, intensive research and detailed investigations have been carried out to understand the parameters influencing the spontaneous combustion of coal and mine fires (e.g. Banerjee 1985). In China, the formation of coal fires has been investigated especially in the Wuda coal mining area by different remote sensing technologies. Nevertheless, an overview or modelling of the spatial distribution of coal fires in China on a continental / country-wide scale has not been carried so far. Therefore, the main task was to compile an up-to-date cartographic representation of coalfields and the probability of the occurrence of coal fires in China as result of statistical modelling using an ANN approach. Based on the modelling results, also conclusions should be drawn about the influence of specific parameters on the model output.

The first section of this paper presents and reviews the main parameters influencing natural self combustion of coal and mine fires. The second part provides a theoretical background on the artificial neural network approach and its implementation into GIS through advangeo®. In the third section, the application of advangeo® for coal fire probability modelling in China is described in detail as case study. The resulting predictive map with probabilities for the occurrence of a coal fire event will be an important basis for planning of future mining activities and protection or prevention measures.

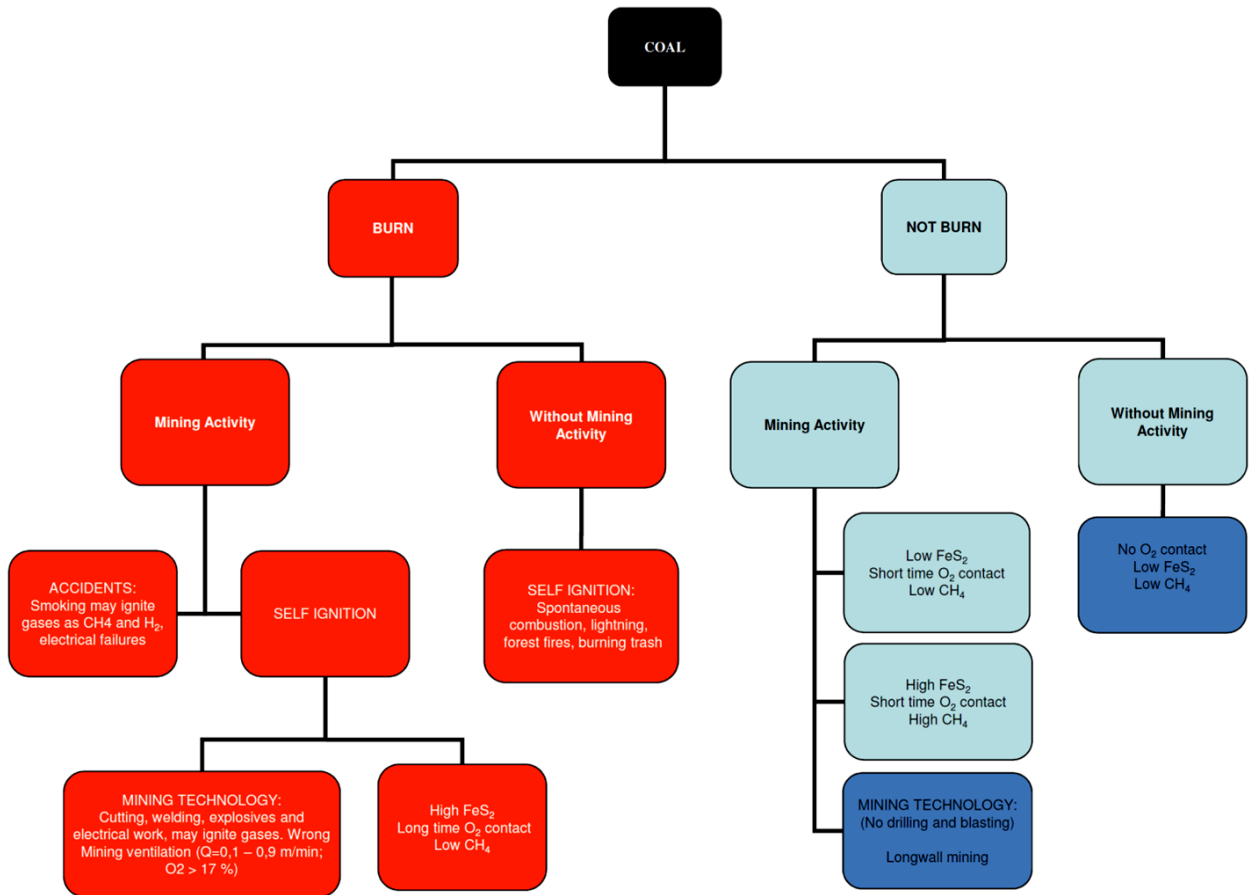


Fig. 1: Overview Of Principal Parameters Influencing Coal Fires

Table 1

Comparison between International and Chinese Coal Terminology

International Coal Terminology	Chinese Terminology	Volatile Matter daf [%]
Lignite / brown coal	Brown coal	> 50 %
High to very high volatile bituminous (also includes some sub-bituminous coals)	Flame coals fall within the higher volatile end of this category	50 - 37%
	Gas coal (37 to 43 % VM daf)	High volatile
Medium to high volatile bituminous	Fat-gas coals at the high end of the volatile range	37 - 28 %
	1/3 rd coking coals, having weaker coking properties than fat coals	Medium to high volatile
	Fat coals are the strongly coking coals described as being best for blending	
Medium volatile bituminous	Coking coal	28 - 20 % Medium volatile
Semi anthracite to low volatile bituminous	Lean coal (17 to 20% VM daf)	20 - 10 %
	Meager coal (10 to 17% VM daf )	Low volatile
Anthracite	Anthracite	<10 %

## **2. Review of Main Parameters Influencing Natural Formation of Coal Fires**

Most coal fires are started by various means including lightning, forest or bush fires, burning trash, accidental fires started during mining such as cutting and welding, explosives and electrical work and smoking, which may ignite gases such as methane and hydrogen. Spontaneous combustion on the other side is induced either by fine coal dust, oil-soaked rags, lumber, hay or manure in culm banks or by exothermic oxidation reactions catalysed by oxygen circulating through coal seam joints (Stracher et. al. 2004; Stephen et. al. 2006).

The phenomenon of self-ignition of coal is connected to the onset of exothermic chemical reactions and a subsequent temperature rise within the combustible material, without the action of an additional ignition source. Generally, self-ignition is supposed to occur when the thermal equilibrium between the two counter-acting effects of heat release due to the oxidation reaction and heat loss due to the heat transfer to the ambient is disturbed (DMT & BAM 2003).

Aside from the natural affinity of coal to self-heating, a number of factors are significant when determining the risk of spontaneous combustion. 20 petrographic and mining parameters have been identified to describe a mining scene in the context of risk estimations for spontaneous fires. These parameters can be found in several different literatures dealing with coal fires (e.g. Banerjee 1985, Băltărețu et. al. 1966). In the frame of the executed application of ANN methods for modelling of coal fires it was focused on the main parameters describing the geogene background of the coal: coal type / rank, stratigraphic coal age, raw ash content, volatile matter and sulphur content.

The tendency of coal to self-heating decreases as the rank increases, with lignite and sub-bituminous coals being more susceptible to self-heating than bituminous coals and anthracite. As the coal rank decreases, inherent moisture, volatile matter, oxygen and hydrogen contents increase. Medium to high volatile coals with volatile matter content higher than 18% daf are characterised by a faster

oxidation rate than low volatile coals and are therefore more prone to spontaneous combustion than low volatile ones. Furthermore, lower rank coals often have a greater porosity than higher rank coal and therefore more surface area is available for oxidation (DMT & BAM 2003). Freshly mined coal absorbs oxygen more quickly than coal mined at an earlier time, and is more likely to heat spontaneously. Anthracite has high carbon content and is much less combustible than low oxygen content bituminous coal. For the China coal resources, the standard international coal classification system has been adopted as presented (at the end of this paper).

### **3 Probability Modelling Using Artificial Intelligence Methods and GIS**

#### **3.1 Selection of Appropriate Modelling Method for Spatial Events**

Generally, two different approaches are used for modelling and prognosis of spatial events:

1. The mathematical-analytical approach, which is based on detailed investigation of the physical, chemical and other relations in order to model the process exactly (e.g. method of finite elements). Here, the cause-effect relationship is described by a system of exact mathematical relationships that simulate the event and its causes by means of mathematical equations. The calibration of the models for exact mathematical issues is done by "adjustment" using constants through comparing the modelling results with actual measurements.

2. The statistical approach (including methods of artificial intelligence), which is based on the analysis and consideration of various potential influence and impact factors. With the help of multivariate statistical analysis methods, the importance of the interaction of the influencing factors for the occurrence of events or phenomena is determined based on statistical correlations with the goal of an optimised model of the process. Here, the interaction of several independent variables (factors) in relation to a dependent variable is studied.

The calibration of mathematical and analytical models is usually linked with time- and cost-intensive field and/or laboratory studies. Natural processes can due to

their complexity (complex interplay of geological, tectonic, geochemical, geomechanical, temporal and other aspects) and due to unsatisfactory investigation degree not be described with mathematical and analytical models. In general, only single situations with constant base conditions can accurately be modelled.

The statistical approach with its multivariate methods has the advantage to cope with significantly less effort in terms of data acquisition and calibration. Widely used multivariate methods are regression methods, cluster analysis and discriminant analysis. Another multivariate analysis method is the method of artificial neural networks (ANN) using artificial intelligence (AI). These procedures offer the possibility to model complex non-linear relationships with a huge amount of input layers describing multiple factors. Under these circumstances, not even the knowledge of the qualitative / quantitative relationships between the dependent variable and the component is required. The correlations are statistically determined by a learning process (training of the neural network), with a multitude of different variables that can be taken into account. In addition, variables of different scale levels can be processed. Nevertheless, the user has to select and pre-process the different input data layers and needs to have at least a general understanding of the basic underlying processes to evaluate the quality of the modelling results.

Several authors have already applied the method of artificial neural networks for modelling and prediction of spatial events successfully, e.g. detection of slope failure processes (Fernandez-Steeger 2002), investigation of air pollutants distribution patterns (Lin et al. 2004), modelling of flood wave propagation (Peters et al. 2006) and prognosis of mineral deposits (Redford et al. 2004). However, in none of these studies, the method of ANN has been integrated into a GIS environment to allow a seamless and user-friendly data processing, storage, management and display of the results.



### **3.2 Method: Artificial Neural Networks**

The human ability to abstract, to learn and to investigate relationships of individual elements in complex systems provided the motivation for the development of artificial neural networks (ANN). An ANN is a mathematical or computational model that tries to simulate the structure and functionality of biological neural networks. It is an adaptive system that changes its structure during the learning process using the information flow. ANNs are non-linear data modelling tools especially practicable to model either complex relationships between input and output data or to find pattern in data.

The principle of ANNs is based on the interaction of biological nerve cells in the real nervous system. It consists of a large number of (chemically) interconnected neurons (nerve cells), which receive and process input signals from other neurons. At a certain threshold, the cells are activated to forward the information signal to the connected neurons. Learning processes result from the ongoing adjustment of the connections between the neurons: Frequent use grows the connections, rare use degenerates them.

The simulation of these biochemical processes in an ANN is done by artificial neurons, the so-called processing units of the ANN (e.g. Backhaus et al. 2003, Kriesel 2008).

Artificial neurons are usually organised in layers:

- Input layer: receipt of input values (= output information, defined as independent variables and determining factors of the observed event or phenomenon),
- Hidden interlayer(s): processing of output signals of the upstream neurons and calculation of the output value by transformation with an activation function,
- Output layer: generation of the dependent (to-be-predicted) output variable.

The network topology describes the way of interconnection between the neurons themselves. On the one hand, the direction of information transfer (forward or backward) and, on the other hand, the degree and type of the connections (completely connected or with shortcuts) are defined.

The connection between the neurons is realised by directional interconnection weights. Each neuron in one layer is connected with a certain weight  $w_{ij}$  to the neurons in the following (subordinated) layer. The weights increase or decrease the input signal and are adapted during the learning process. Through repeated input of training patterns, the strength of the interconnections between the neurons is modified, while trying to minimize the error between expected and actual output of the network (i.e. between investigated and modelled data).

Fig. 2 shows the general scheme of a fully connected, forward-only network with a 4-3-1 topology. On the right-hand side, a processing unit (neuron) with the corresponding output function is shown.

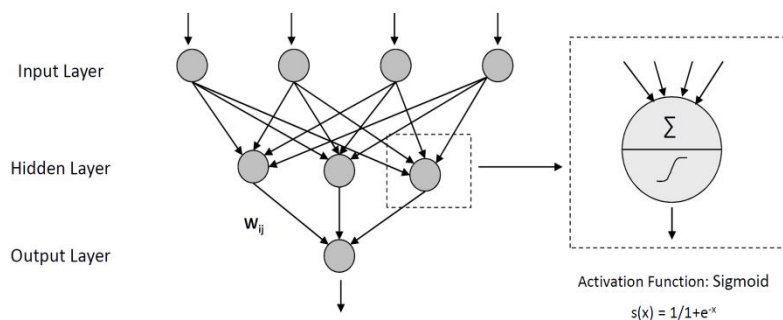


Fig. 2: General Scheme of a Feed Forward Network

The most commonly used network paradigms are the multi-layer perceptron (MLP), radial basis function networks (RBF), hopfield networks and self-organizing maps (SOM). Their application is depending on the learning objective.

The multi-layer perceptron (MLP) has great importance for practical applications with supervised learning. For this paradigm, the information is processed “feed forward” (i.e. forward directed information transfer). This network paradigm is a further development of an existing perceptron, which was developed with the requirement to model complex relationships. The MLP consists of an input layer; at least one hidden interlayer and an output layer (see Fig. 2).

Among the common training algorithms of the MLP are the back-propagation algorithm and its variations. "Back propagation of error" is a training algorithm, which adjusts the weights using the error of the output signal with the aim to minimize this error. Here, the output of the network is compared with the predetermined set value from the training data. The error is then used to adjust the weights  $w_{ij}$  of the neural network.

Another important parameter of the network is the used activation function, which calculates the output status of the neuron. For this purpose, differentiable and non-linear functions are required. In practice, sigmoid functions are often used.

### **3.3 Integration of Selected Method into GIS**

ANNs have been used for years as an alternative to other multivariate statistical methods and have proven to reach adequate results. Some commercial products and class libraries are currently available. These products usually require the manual generation of input data in a defined format, specific for the software product. Some products have import interfaces, e.g. for MS EXCEL spreadsheets.

Up to now, there is no wide use of ANN in geosciences to analyse spatial data due to the lack of user-friendly software within a GIS environment. On this background, a software based on ESRI ArcGIS was developed by Beak Consultants GmbH (Freiberg/Germany) to provide GIS users a software tool to integrate their spatial data directly into a statistical analysis with a ANN within their familiar GIS

environment – advangeo®. This software uses the supervised learning module with a multi-layer perceptron (MLP).

The software advangeo ® is based on a client / server architecture with different components for data management (Data and Model Explorer), a computing core and a GIS extension (see Fig. 3).

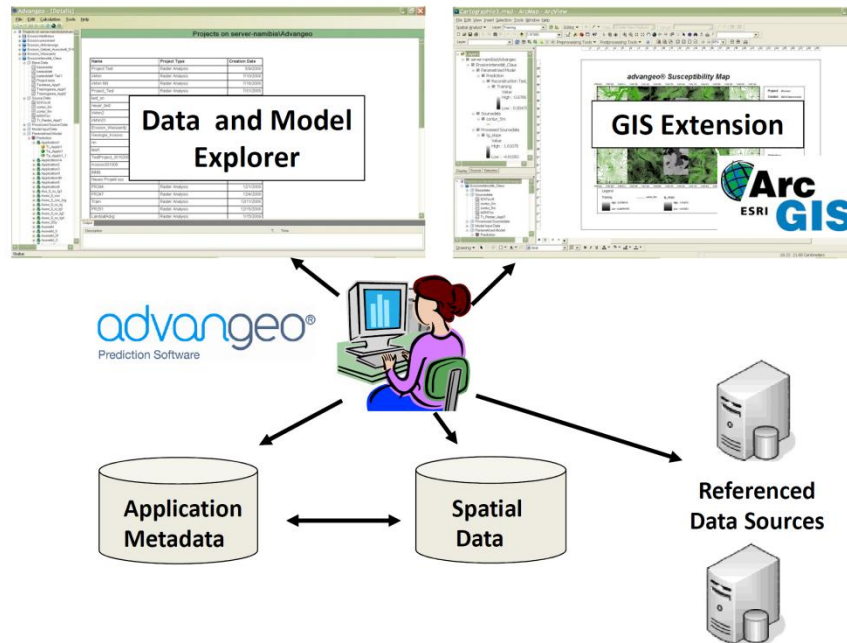


Fig. 3: System Architecture of advangeo®

The data is kept in a file system as well in a relational database. The application metadata database is managing all project data (base data, source data, processed source data, model input data, parameterised models and scenarios). The spatial data database contains all geo data and feature data for the build-up of the statistical model.

The data and model explorer enables and guides users to easily, stepwise create projects and parameterised models and to document the required workflow. The associated ArcGIS extension provides comprehensive GIS functionality that supports the development of parameterised models and serves as an interface for the integration of spatial data into the ANN. In addition to various functions for pre-

processing of the spatial data, the extension offers the possibility of an automated layout compilation of user-specific maps.

advangeo® provides procedures for a consistent and reproducible statistical model build-up, which consists of the following working steps:

1. Definition of the assignment and the model area (base grid extent and resolution),
2. Compilation and description of the (base) source data,
3. Preparation of processed source data by statistical pre-processing,
4. Build-up of model using selected input data,
5. Calculation of training, test and application scenarios of the developed ANN model,
6. Statistical post-processing and cartographic presentation modelled prediction results.

The central graphical interface for the user is the data and model explorer, in which the main object types for modelling and its metadata can be set up, modified and visualised. The presentation and processing of geo data and results is supported in ESRI ArcMap by a GIS extension with a special toolbar and a project tree view (see Fig. 4).

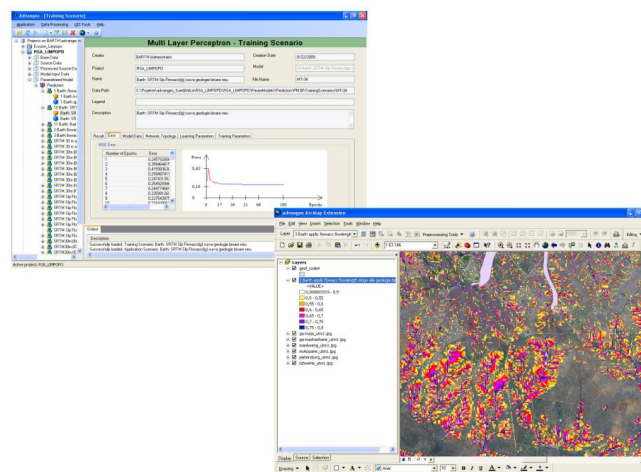


Fig. 4: Graphical User Interface of advangeo®: Module “Training Scenario” and ESRI ArcMap GIS Extension

So-called projects form the basis of any modelling with advangeo®. They are shown on the top of the hierarchy in the data explorer, which shows all object types for easy navigation in a hierarchical tree structure. With the definition of a project, the user sets the technical (file) boundary for the defined problem task.

Subsequently, the project area (as base raster) and various sub-areas (training, testing, study areas) can be delineated in the module “Base Data”. Afterwards, source data (raster and vector data) can either be imported or referenced in the project in the module “Source Data”. The technical pre-processing of the data and the generation of consistent input data is managed through the modules “Processed Source Data” and “Model Input Data”. Usually, the original data cannot be used directly for calculation. Hence, first, it is included in the project as source data for documentation reasons or referencing. Necessary pre-processing steps, which are supported by the software, could be the re-calculation of field values, elimination of data errors, adaption of codes, scale transformations or data partitioning. The resulting processed data is finally transformed to a raster layer. This layer is always based on the base raster of the project area and thus finally transformed into model input data in the module “Model Input Data”.

After finalisation of the pre-processing of the source data and the selection of the model input data, a parameterised model can be set up in the module “Parameterised Model”. There, model input data and training parameters as well as model parameters are determined for a training scenario. Currently, the MLP approach is used within advangeo® with various parameters of the ANN that can be adapted. The MLP was realised within advangeo® based on the freely available library FANN (Nissen 2009). The inexperienced user is supported by pre-defined default values for all model parameters. Next, the model calculation results in a trained network and its application on the test area. This allows the first estimation of

the model quality. Finally, the trained network can be applied to the whole study / application area.

The GIS extension provides further functionalities for a statistical validation of the model results and provides tools for the visualisation of the modelled results as well as an automatic compilation of user-specific maps.

In the past, advangeo® has been successfully applied for the prediction of rainfall-caused erosion in the Limpopo region (South Africa) and the Weisseritz catchment area (Germany), the prognosis of mineral resources, especially gold and lead / zinc, in Kosovo and for vulnerability analysis for forest pests in Saxony (Germany) (e.g. Noack et al. 2009).

## **4 Case Study: Risk Assessment of Coal Fires in China**

### **4.1 Task Description**

The ability of ANNs to analyse complex non-linear combinations of various (raster and vector) input data was tested for the prediction of the occurrence of coal fires in China with the main task to generate high-quality, country-wide prognosis maps for coalfields and coal fires.

Input (vector) data layers were selected based on the existing knowledge about influencing factors for natural formation of coal fires as well as general input (raster) data to account for spatial distribution beyond the feature resolution of the input vector data. The study area of the on-shore part of the People's Republic of China was covered with a raster resolution of 1 km over approx. 9 M km<sup>2</sup>. In this scale, coal areas with a tendency to spontaneous combustion and formation of fires for further prevention and protection of these areas can be identified.

### **4.2 Review of Source Data**

Low- scale und medium-scale resolution raster and vector data for China was researched throughout the available digital internet resources and existing analogue literature and maps. The following list provides an overview about the main used data sources:

- USGS (2000/2001): Digital topographic features (especially administrative boundaries), hydrographic elements (stream network and reservoirs), stratigraphic geological units as vector data (polygon/line),
- USGS (2002): Digital elevation model with 1 km raster resolution, population density with 1 km raster resolution,
- GLCF (1994): Digital landcover map with 14 different classes with 1 km raster resolution,
- ECJRC (2003): Digital landcover map with 24 different classes with 1 km raster resolution,
- Barlow Jonker Pty Ltd. (2005): Analogue maps of coal field for 20 different provinces of China including detailed verbal description of main coal fields and prospects regarding their main parameters and detailed coal parameters for selected, most important mining districts,
- DLR (2010): Digital location of observed coal fires in selected provinces of China and digitised locations of coal fires as vector data (polygon/point),
- WORLDCLIM (2005): Digital maps of monthly and yearly mean temperature and total rainfall distribution with 1 km raster resolution.

Problems originated from the inconsistency between the different geo data regarding coordinate system, coordinate projection, extend, resolution and missing congruency regarding the spatial boundaries of the different features. For instance, there are several analogous, printed representations of the geology of China available, but at different scale, with different stratigraphic classification and with non-matching boundaries of geological units between the different sources (e.g. “Coal Geological Map of China” from Barlow Jonker Pty. Ltd. 2005, “Geological Age Units” from USGS 2000/2001, and “Geological Atlas of China” from Hsü & Haihong 1999). The same problems rose during data capture for spatial distribution of the coal fields in China. Again, there were different representations with non-matching boundaries of the coal fields between the different sources (e.g. “Coalfields



of China” from Barlow Jonker Pty. Ltd. 2005, and “Coal-Bearing Regions and Structural Sedimentary Basins of China and Adjacent Seas” from USGS 2000).

As base data, the following data is currently completely missing or respectively is missing with complete coverage throughout China:

- Ground water levels / hydroisohypses as vector data (line) or raster with 1 km resolution,
- Tectonic elements / fault as vector data (line),
- Geological units with attribute rock lithology as vector data (polygon),
- Surface soil moisture data (raster, 1km resolution).

#### **4.3 Pre-Processing of Source Data and Selection of Model Input Data**

All captured and created vector and raster data was imported into the advangeo® spatial database as source data and partly modified and recalculated as so-called processed source data.

For analogy reasons, for further considerations, only the coal fields shown in the Province maps and China map from Barlow Jonker Pty. Ltd 2005 were used. For import into the spatial database of advangeo®, all maps were scanned, georeferenced and digitised. Based on the information available in the corresponding report (2 volumes), all coal field were assigned with attributes for raw ash content, sulphur content, stratigraphic age (see Fig. 5) and coal rank (type) (see Fig. 6).

The available vector information about the distribution of the geological units of China was used to create a raster dataset representing the distribution of the Quaternary cover units. The available landcover raster datasets were used to create separate datasets for the occurrence of each single classified landcover class. The vector information of the distribution of the hydrographic features across China was used to create a raster dataset showing the Euclidian distance to the nearest stream or reservoir. In addition, a raster dataset representing the slope/gradient of the terrain was created based on the available digital elevation model.

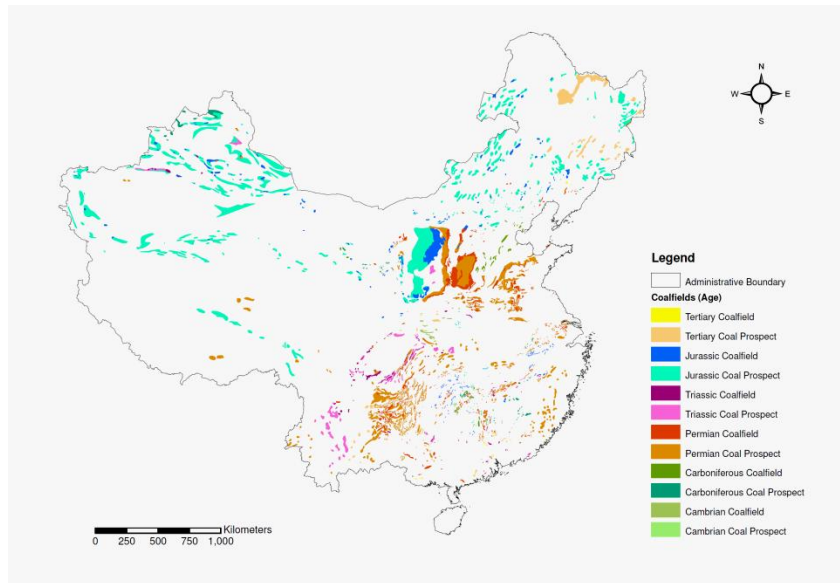


Fig. 5: Coalfield Map of China Classified by Stratigraphic Age based on Barlow Jonker Pty. Ltd. 2005.

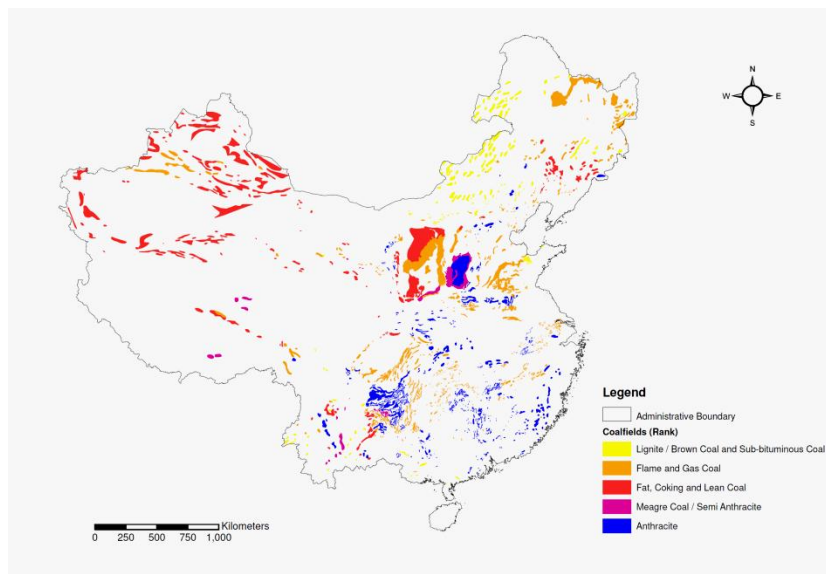


Fig. 6: Coalfield Map of China Classified by Coal Rank based on Barlow Jonker Pty. Ltd. 2005.

Finally, the following pre-processed data was converted to raster data and used as model input data for build up of the parameterised model:

- Study area (base area): administrative border of China,

- Coalfields – spatial distribution,
- Coalfields – attribute: raw ash content,
- Coalfields – attribute: sulphur content,
- Coalfields – attribute: volatile matter,
- Coalfields – attribute: coal rank (type),
- Coalfields – attribute: stratigraphic age,
- Coalfields – attribute: knowledge of potential for spontaneous combustion from available literature sources,
- Known areas with coal fires,
- Landcover classes,
- Average yearly air temperature,
- Average total annual rainfall,
- Population density,
- Gradient/slope of digital elevation model,
- Euclidian distance to nearest hydrographic feature,
- Quaternary cover units.

All selected model input data was transferred to raster data with a spatial resolution of 1 km and the same extent like the base raster of the study area (administrative border of on-shore part of China).

Nevertheless, the following parameters / attributes could not be assigned nationwide throughout whole China but only locally based on the available reports from Barlow Jonker Pty. Ltd. (2005) and are hence could not be used as model input data:

- Coal fields – attribute: thickness of coal seam,
- Coal fields – attribute: dip of coal seam,
- Coal fields – attribute: depth of coal seam,
- Coal fields – attribute: mining activity,
- Coal fields – attribute: mining method

- Coal fields – attribute: mining depth.

#### **4.4 Network Parameterization**

For modelling, a MLP approach will be used. Training will be done in a training area in the northern part of China with a small data pool of field observations of coal fires and digitised locations of coal fires from DLR 2010. It will be trained with various learning algorithms, activation functions and parameters. From earlier model applications, it can be stated that the best results are reached with the Resilient Back Propagation (RPROP) algorithm in combination with a sigmoid activation function.

#### **4.5 Validation**

The training will be repeated several times with the different input parameters until the best fit between the observed or known coal fire areas and the modelled areas is reached. Through applying different input parameters, an understanding can be gained about which model input data has the most influence on the model output and hence for which parameters the models is most sensitive. This is important information for the assessment of the modelling result. After this, the trained network will be tested by applying it to a test area. If comparable results for accuracy can be reached, the network would be validated.

#### **4.6 Results**

The results of the modelling will be semi-automatically transformed to a prediction map for the occurrence of coal fires. This map could then be used to identify endangered areas and to plan future mining activities and prevention and protection measures.

### **5 Conclusions**

In the frame of the project, a comprehensive map representation of the coal fields of China regarding their main characteristics (rank, age, raw ash, sulphur, volatile matter) has been accomplished based on the available data sources. This base

data has been further used for the spatial modelling of coal fires using artificial neural networks (ANN) and geographic information systems (GIS).

The case study shows that the ANN approach with a multilayer-perceptron (MLP) is qualified and suitable to analyse and predict spatial (natural) phenomenon such as coal fires. The stepwise generation of model input data and scenarios with advangeo® allows to derive information on the sensitivity of controlling factors.

The disadvantage of this approach is its poor ability to explain results (“black box” system): Precise influences of single parameters cannot be retraced directly, but only through sensitivity analysis. All interrelations between influencing factors and the overall result are found in the course of the training process. In this process, an “erroneous learning” cannot be excluded and, thus, it is hard to define the boundaries of neural network applications. To evaluate the quality in terms of training goals and ability to generalise the input events, “expert knowledge” and a discerning reflection of the results is required rather than plain statistical figures of matches between prediction and reality.

The crucial advantage of the ANN is the small effort for data pre-processing, model calibration and running time of the model. advangeo® enables standard GIS users to apply ANN approaches in their familiar GIS environment.

#### References

1. **Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R.** Multivariate Analysemethoden – eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag, Berlin, 2003..
2. **Băltărețu, R., Iușan, V., Remete, I.** Focuri și incendii în industria minieră. Technical Publishing House. București, 1966.
3. **Banerjee, S. C.** Spontaneous Combustion of Coal and Mine Fires. A.A. Balkema, Rotterdam, 1985.
4. **Barlow Jonker Pty Ltd.** China Coal, Third Edition. 2 Volumes. Barlow Jonker Pty Ltd, 2005.
5. **Beak Consultants GmbH** Advangeo® Prediction Software. User Guide. Beak Consultants GmbH, Freiberg, Germany.
6. **DLR** Known locations of coal fires in Northern provinces of China based on field observations and based on digitised areas from scanned map of Coal Fire Distribution in Xinjiang from [http://www.asiapacificpartnership.org/pdf/Coalmining/4th\\_meeting/China%20Project%20Update.pdf](http://www.asiapacificpartnership.org/pdf/Coalmining/4th_meeting/China%20Project%20Update.pdf).

7. **DMT & BAM** Understanding self-ignition of coal, Work Package 2000 Preconditions & Spontaneous Combustion, Task 2410. literature study elaborated in co-operation of Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT) and Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM).
8. **ECJRC** The Land Cover Map for China in the Year 2000. W. Bingfang, X. Wenting, H. Huiping, Y. Changzhen. GLC2000 database, European Commission Joint Research Centre, 2003. <<http://www.gvm.jrc.it/glc2000>>.
9. **Fernandez-Steeger, T.M.** Erkennung von Hangrutschungssystemen mit Neuronalen Netzen als Grundlage für Georisikoanalysen. Unpublished doctoral dissertation, Universität Karlsruhe, Germany.
10. **GLCF** Hansen, M., R. DeFries, J.R.G. Townshend, and R. Sohlberg (1998), UMD Global Land Cover Classification, 1 Kilometer, 1.0, Department of Geography, University of Maryland, College Park, Maryland, 1981-1994. <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landcover/>>.
11. **Kriesel, D.** A Brief Introduction to Neural Networks. Retrieved December 30, 2009. <<http://www.dkriesel.com>>.
12. **Nissen, S.** Fast Artificial Neural Network Library (FANN). Retrieved December 30, 2009, from <<http://leenissen.dk/fann/>>.
13. **Noack, S., Barth, A.** Prognose raumbezogener Ereignisse und Phänomene. Geoinformatik 2009, Schriftenreihe des Instituts für Geoinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Publisher: Krüger, A., Kuhn, W., Pebesma, E., Konferenzband 2009, Ifgi Prints, ISBN 978-3-89838-619-7.
14. **Noack, S., Barth, A., Irkhin, A., Bennewitz, E.** Modellierung raumbezogener Ereignisse mit künstlichen neuronalen Netzen. Angewandte Geoinformatik 2009 – Beiträge zum 21.AGIT-Symposium Salzburg. Publisher: Strobl, Blaschke, Griesebner. Wichmann Verlag, ISBN 978-3-87907-4808.
15. **Noack, S., Barth, A., Irkhin, A., Bennewitz, E., Schmidt, F.** Spatial Modeling of Natural Phenomena and Events with Artificial Neural Networks and GIS. Unpublished, Manuscript Submitted for Publication in: International Journal of Applied Geospatial Research (IJAGR), 2009.
16. **Hsü, Kenneth J., Haihong, Chen** Geological Atlas of China. An application of the tectonic facies concept to the geology of China, Elsevier, Amsterdam, 1999.
17. **Lin, S.-W., Sun, C.-H., & Chen, C.-H.** Temporal Data Mining using Genetic Algorithm and Neural Network: A Case Study of Air Pollutant Forecasts. Geospatial Information Science, 03/2004, 31-38.
18. **Peters, R., Schmitz, G., & Cullmann, J.** Flood routing modelling with Artificial Neural Networks. Advances in Geosciences, 9/2006, 131-136.
19. **Redford, S., Lipton, G., & Ugalde, H.** Predictive Ore Deposit Targeting Using Neural Network Analysis. Society of Exploration Geophysicists (SEG) Expanded Abstracts 23/2004, 1198.
20. **Sieste, M., Noack, S., Irkhin, A.** Georisikoprognose mittels künstlicher Intelligenz und GIS. GIS – Geowissenschaftliche Anwendungen und Entwicklungen, TU Bergakademie Freiberg, 59. Berg- und Hüttenmännischer Tag, Proceedings, June 2008.
21. **Stracher, G.B., Taylor, T.P.** Coal fires burning out of control around the world: thermodynamic recipe for environmental catastrophe. Int. J. Coal Geol. 59, 7–17, 2004.
22. **Stephen F.G., Cortland, F.E., Douglas, C.P., Papp, A.R.** Coal and the Environment, AGI Environmental Awareness Series, 2006.
23. **USGS** Coal-Bearing Regions and Structural Sedimentary Basins of China and Adjacent Seas. Compiled by Steven M. Podwyssocki and Vivian S. Loren. U.S. Geological Survey

- Open-File Report 00-047. U.S. Geological Survey, Reston, 2000. <<http://pubs.usgs.gov/of/2000/of00-047/>>.
24. **USGS** Coal Geology, Land Use, and Human Health in the Peoples Republic of China. Compiled by Alex W. Karlsen, Adam C. Schultz, Peter D. Warwick, Steven M. Podwysocki, and Vivian S. Lovern. U.S. Geological Survey Open-File Report 01-318, U.S. Geological Survey, Reston, 2001. <<http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-318/>>.
25. **USGS** South Asia Global GIS Add-on Data. U.S. Geological Survey Publication Series: USGS-DDS-62. U.S. Geological Survey, April 2002. <<http://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/>>.
26. **WORLDCLIM** Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978. <<http://www.worldclim.org/>>.

*Научное издание*

**Экологическая и техносферная безопасность  
горнопромышленных регионов:  
Труды V Международной научно-практической конференции**

Рекомендовано к изданию  
Ученым советом Института экономики УрО РАН

Протокол №4 от 28.04.2017                      Рег. №13 (17)

Подписано к печати 12.04.2017  
Формат 60x84 1/16. Уч.-изд. Л. 20,2. Бумага типографская  
Усл. печ. л. 18, 13 Тираж 100 экз.  
Заказ № 5

620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29  
ФГБУН «Институт экономики УрО РАН»

Топография  
Г. Екатеринбург, ул. Гагарина 35а  
Издательство УМЦ-УПИ