

# ВЕСТНИК

РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ  
НАУК  
(Западно-Сибирское  
отделение)

Выпуск 16, 2014 г.

## Редакционная коллегия

Академики РАЕН:

С.П. Мочалов

(отв. редактор)

М.В. Темлянецв

(зам. отв. редактора)

К.Г. Громов

В.Г. Лукьянов

В.Н. Нестеров

Е.В. Пугачев

А.В. Ремезов

В.М. Самаров

П.С. Чубик

Член-корреспондент РАЕН

С.М. Простов

Печатается по решению

Президиума

Западно-Сибирского отделения

Российской академии

естественных наук

© Российская академия

естественных наук,

Западно-Сибирское

отделение, 2014

© Издательский центр

Сибирского государственного

индустриального университета

Адрес редакции: 654007

г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42,

Сибирский государственный

индустриальный университет

тел. 8-3843-78-44-55

http: www.sibsiu.ru

ISSN 2311-9519

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА .....</b>	<b>3</b>
<i>В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев</i> Радиогеохимические особенности рудоносных отложений Хиагдинского рудного района на примере месторождения Дыбры (республика Бурятия) .....	3
<i>В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев, Е.А. Митрофанов, В.Г. Деревенец, Е.М. Чернев</i> Особенности поведения радиоэлементов на основе изучения радиоактивного равновесия в рудах месторождения Дыбры (Витимский урановорудный район, республика Бурятия) .....	10
<i>Е.А. Шубина, В.Г. Лукьянов</i> Проведение заблаговременной дегазации угольных пластов с использованием геологоразведочных скважин .....	16
<b>РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА .....</b>	<b>24</b>
<i>Р.А. Альгинов, С.Н. Харламов</i> Динамика пульсационной структуры прямооточного турбулентного потока в трубопроводе .....	24
<i>И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук</i> Закономерности пространственного распределения смолистой нефти и особенности ее физико-химических свойств .....	30
<i>В.И. Хижняков, А.В. Жилин</i> Зарождение и рост трещин на катоднозащищаемой поверхности трубопроводов при перезачисте .....	44
<i>В.И. Ерофеев, Г.С. Боженкова</i> Совместная конверсия попутных нефтяных газов C <sub>3</sub> -C <sub>4</sub> и метанола на модифицированных наноструктурированных цеолитных катализаторах .....	51
<i>В.Н. Ростовцев, В.Г. Лукьянов</i> О нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири .....	55
<i>В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев</i> Еще раз о нефтегазоносности востока Томской области .....	63
<i>С.И. Панычев</i> Повышение эффективности использования попутного нефтяного газа при разработке Лугинецко-Пудинской группы месторождений Томской области .....	72
<b>МЕТАЛЛУРГИЯ .....</b>	<b>79</b>
<i>А.С. Симачёв, М.В. Темлянецв, Т.Н. Осколкова</i> Высокотемпературная пластичность рельсовой электростали марки Э76Ф .....	79
<i>А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков</i> Газовые методы измельчения, дезагрегации и классификации порошков .....	83
<i>А.П. Черныш</i> Оценка эффективности комбинированной отделочно-упрочняющей обработки деталей сельскохозяйственных машин .....	89
<i>С.В. Коновалов, Д.В. Загуляев, И.А. Комиссарова, Н.Г. Ярополова, Ю.Ф. Иванов, В.Е. Громов</i> Влияние магнитного поля на эволюцию дислокационной субструктуры меди при ползучести .....	96
<b>АГРОТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>102</b>
<i>В.М. Самаров</i> Расширять посевы смешанных зернофуражных культур в Кузбассе .....	102
<i>Н.Н. Чуманова, О.В. Анохина, В.М. Самаров</i> Оценка влияния гумата калия на ростовые показатели и продуктивность ячменя и картофеля в условиях лесостепной зоны Кемеровской области .....	105

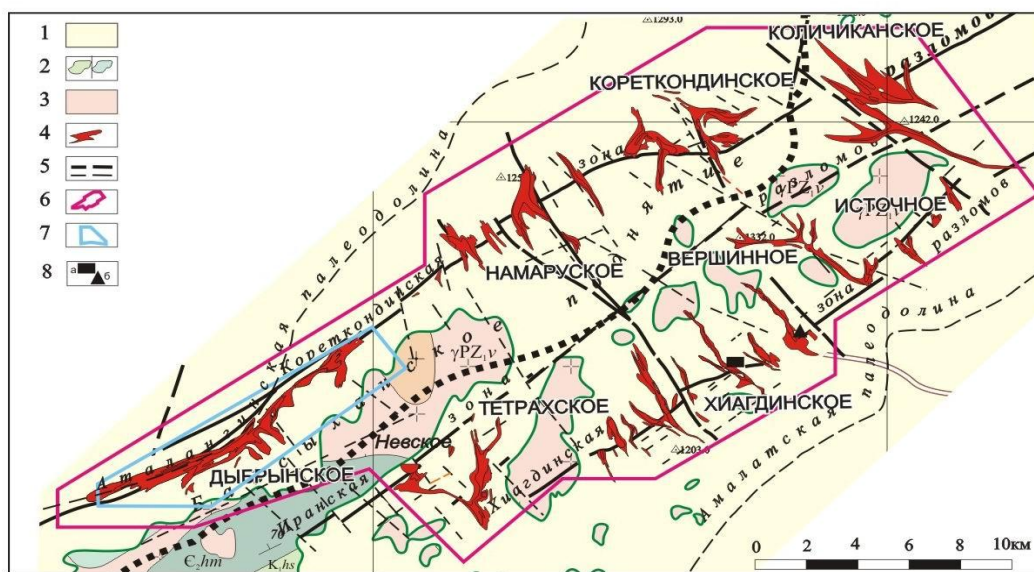
<i>А.П. Гришкова, Н.А. Чалова</i> Продуктивность свиней современной популяции крупной белой породы в ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области .....	111
<i>Л.Я. Макаренко, Е.А. Колокольцова, Г.В. Макаренко</i> Проблемы воздействия кормовых токсинов на организм коров в условиях экосистемы Кемеровской области .....	115
<i>О.И. Просяникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова</i> Баланс марганца по почвенным округам Кемеровской области.....	116
<i>Р.Б. Нурлыгаянов, Е.А. Егушова, А.Л. Межевич, А.А. Арефин</i> Место Кемеровской области в ржаном поясе России .....	119
<i>К.А. Васильев, Т.В. Васильева</i> Оценка современного состояния трудовых ресурсов сельского хозяйства .....	123
<i>А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин, В.А. Волков</i> Эффективность использования свиней кемеровской породы в двух- и трехпородном промышленном скрещивании .....	128
<b>БИОМЕДИЦИНА И ЭКОЛОГИЯ.....</b>	<b>132</b>
<i>В.В. Захаренков, А.М. Олеценко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова</i> Профессиональный риск для здоровья работников чёрной металлургии .....	132
<i>Н.М. Жилина, А.Е. Власенко, Г.И. Чеченин, Е.Н. Тодышева</i> Риски инвалидизации населения Новокузнецка.....	135
<i>В.В. Захаренков, М.И. Ликстанов, И.В. Вибляя</i> Организационная культура медицинской организации как элемент программных мероприятий по улучшению демографической политики СФО .....	142
<i>М.Е. Корягин, О.В. Маринова</i> Информационно-аналитическая система мониторинга состояния окружающей среды техногенных ландшафтов и прогнозирования сроков восстановления их биологической продуктивности .....	149
<b>ВЫСШАЯ ШКОЛА И ЭКОНОМИКА.....</b>	<b>156</b>
<i>П.С. Чубик</i> Хроника первой победы: Томский политехнический на пути в топ-100.....	156
<i>А.Ю. Дмитриев, Д.В. Худяков, В.Б. Романюк, В.В. Малышев</i> Проектирование системного подхода к компетентностной оценке персонала нефтегазодобывающей компании .....	160
<i>Э.Е. Пугачёва</i> Методика подготовки студентов – электромехаников с использованием лабораторной базы, оснащённой оборудованием ООО «Ингортех» .....	168
<i>В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин</i> Эффективность инвестиций в трудовую деятельность.....	170
<i>В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин</i> Механизм использования ресурсов с позиции развития металлургического комбината .....	179
<b>ЮБИЛЕИ.....</b>	<b>187</b>
Виктору Николаевичу Фрянову – 75 лет.....	187
<b>ХРОНИКА.....</b>	<b>189</b>
Отчет о работе Западно-Сибирского Отделения Российской Академии естественных наук за 2012 год .....	189
Решение Общего собрания Западно-Сибирского Отделения РАЕН (21.05.2013 г.).....	194
<b>РЕФЕРАТЫ.....</b>	<b>195</b>

*В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев*

## РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ХИАГДИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЫБРЫН (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

Дыбрынское месторождение урана административно расположено в южной части Баунтовского района Бурятии, по природным условиям приравненного к районам Крайнего Севера. Географически месторождение находится в южной части Витимского плоскогорья, на площади Амалатского плато базальтов (в его юго-восточной части). Расстояние до ближайших областных центров Читы и Улан-Удэ составляет соответственно 200 и 400 км, до районного центра п. Багдарин 120 км. От осваиваемого Хиагдинского месторождения оно расположено в 18 км к западу [2].

Месторождение Дыбрынское занимает крайнюю западную часть Хиагдинского рудного поля и расположено на северо-западном склоне Байсыханского поднятия. Оно находится в 10 км к северо-западу от месторождения Тетрах (рисунок 1). Площадь его охватывает истоки и долину верхнего течения р. Дыбрын-Джилинда и характеризуется абсолютными отметками в 1280–1230 м водораздельных частей и 1240–1200 м долин рек.



*Условные обозначения:* 1 - неогеновые отложения; 2 - осадочные отложения (а), метаморфические породы (б); 3 - гранитоиды фундамента; 4 - рудные залежи месторождений; 5 - разрывные нарушения различного порядка; 6 - границы Хиагдинского рудного поля; 7 - лицензионный контур месторождения "Дыбрынское"; 8 - вахтовые базы ОАО "Хиагда" (а) и ФГУПТ "Урангео".

Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта Хиагдинского рудного поля

Участок месторождения расположен в южной части Амалатского плато базальтов и охватывает протяженный отрезок верхнего течения Аталангинской стволовой палеодолины и серию коротких правых притоков, дренирующих северо-западный склон Байсы-

ханского валлообразного поднятия фундамента, которое фиксируется серией разновеликих выступов гранитов общей северо-восточной ориентировки.

В современном рельефе наиболее крупные выступы возвышаются на высоту от нескольких метров до первых десятков метров. Положение Байсыханского поднятия совпадает с современным водоразделом рек Аталанга, Дыбын-Джилинда.

Геологическое строение участка месторождения определяется наличием кристаллических образований нижнего структурного этажа и кайнозойских вулканогенно-осадочных образований слоистого чехла, формирование которого происходило при экзогенных, эрозионных, седиментационных, тектонических процессах и интенсивном базальтовом вулканизме.

Нижний структурный этаж, слагающий южное и юго-восточное обрамление покрова базальтов и фундамент палеодолин, представлен лейкократовыми гранитами витимканского комплекса. Для гранитов комплекса характерна средне- и мелкозернистая структура, наличие темного кварца. Главной особенностью гранитов является их высокая радиоактивность (до 30–70 мкр/час), обусловленная присутствием акцессорных радиоактивных минералов, в т.ч. и уранинита, образующего микроскопические выделения в межзерновых интерстициях. В юго-западной части строение фундамента гетерогенное, обусловленное развитием крупных ксенолитов палеозойских метаморфизованных осадочных пород химгильдинской свиты, метаморфических пород гаргинской и суванихинской свит, присутствием мелких тел диоритов, гранодиоритов, присутствием небольших блоков базальтов и осадочных пород нижнего мела.

Перед накоплением неогеновых осадков по породам фундамента развилась плащеобразная глинистая, глинисто-щебенистая кора выветривания каолинитового профиля. На участках более глубокой эрозии продукты коры отсутствуют, а на пологих бортах палеодолин и площадках террас мощность глинисто-щебенистых образований коры варьирует от первых метров до 20–25 м. Образования коры выветривания водоупорны.

Вулканогенно-осадочные слоистые образования отнесены в состав джилиндинской свиты раннего неогена. По составу и условиям осадконакопления джилиндинская свита подразделяется на две подсвиты: нижнюю – преимущественно терригенную и верхнюю – преимущественно вулканогенную, каждая из которых в свою очередь включает в себя ряд более мелких толщ или пачек пород. По фаціальным условиям осадочные образования джилиндинской свиты представлены пролювиально-делювиальным, аллювиальным и озерным комплексами. В составе аллювиального комплекса выделяются русловые и пойменные фации при явном преобладании первых. Для всех осадков продуктивной толщи джилиндинской свиты характерны аркозовый и олигомиктовый состав, отсутствие литификации, низкая степень окатанности обломочного материала, плохая сортированность. Цемент осадков порово-контактный, порово-пленочный и базальный.

В грубозернистых разностях заполняющая масса песчано-алевритовая, полимиктового или аркозового состава. Особенностью осадков является наличие углефицированной растительной и тонкодисперсной сажистой органики, мелкой вкрапленности пиритамельниковита. Содержание органического вещества разного вида и степени преобразования составляет 1,2–3,4 %, в единичных пробах до 10,8 %, отмечается практическое отсутствие карбонатов (содержание CO<sub>2</sub> обычно не превышает 0,23–0,28 %, в единичных пробах по глинам до 1,94 %), повсеместно фиксируются следы эпигенетических изменений различной степени.

Структурный план месторождения Дыбынское определяется Аталангинской стволочной палеодолиной 1 порядка, имеющей общее северо-восточное простирание, 10-тью правыми притоками северо-западного направления, проявлением разрывной тектоники сбросового типа и наличием базальтовых вулканических аппаратов центрального типа (рисунок 2).

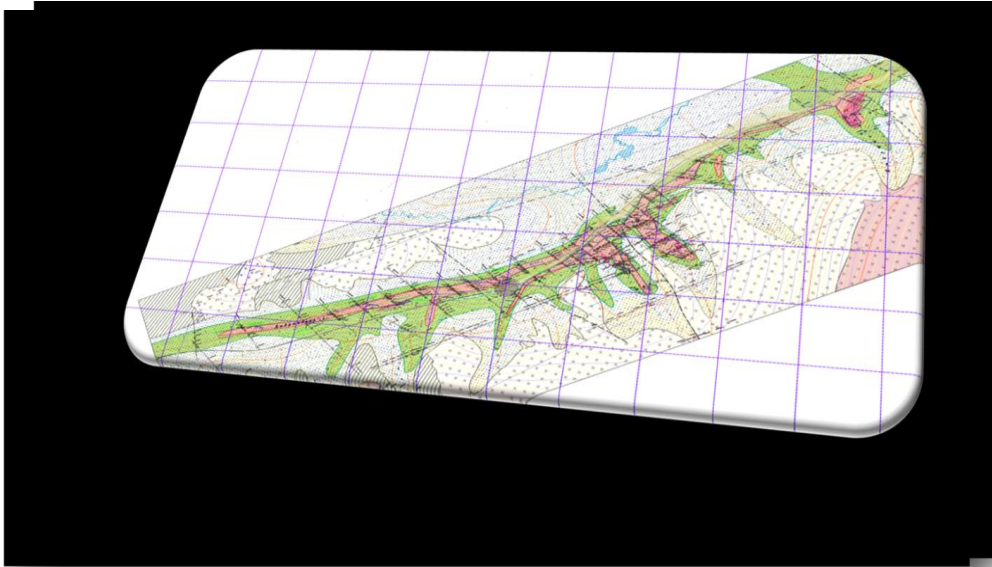


Рисунок 2 – Структурный план месторождения Дыбынское

Протяженность основной Аталангинской палеодолины в границах месторождения составляет 14 км, ширина около 1300 м. По размерам и морфологии данный отрезок палеодолины аналогичен рудоносным эрозионным структурам высокого порядка и отличается лишь более пологим уклоном продольного профиля русла (10–15 м/км).

Протяженность долин правых боковых притоков колеблется от 1 до 4 км, при ширине 400–600 м. Палеодолины месторождения Дыбынское расположены на северо-западном склоне Байсыханского поднятия и отличаются от рудоносных палеодолин юго-восточного склона меньшей протяженностью и более крутым продольным профилем.

С юго-запада на северо-восток через всю площадь месторождения в правобережной и осевой частях Аталангинской палеодолины прослежен постседиментационный Кореткондинский разлом, фиксирующийся дроблением пород развитием притертых трещин и вертикальным смещением, как пород фундамента, так и всех неогеновых толщ. Разлом представлен серией субпараллельных сбросов, по которым северо-западный блок опущен на 30–70 м. Зоны трещиноватости субмеридионального и северо-западного направлений зафиксированы бурением в фундаменте палеодолин

В обобщенных границах урановое оруденение прослежено в направлении с юго-запада на северо-восток на 8600 м и с разновеликими апофизами северо-западного простирания. Крайняя юго-западная часть месторождения опущена сброшена по сбросам Кореткондинского разлома. Амплитуда вертикального смещения залежи колеблется от 30–40 м на западе, до 60–70 м на востоке (рисунок 3).

В гидрогеологическом строении месторождения участвуют воды водоносных горизонтов и комплексов:

- Порово-пластовые воды сезонно-талого (деятельного) слоя.
- Трещинно-пластовые воды водоносного комплекса неогеновых базальтов.
- Порово-пластовые воды рыхлых осадочных отложений неогена (продуктивный).
- Трещинно-жильные воды зон разломов и тектонической трещиноватости фундамента.

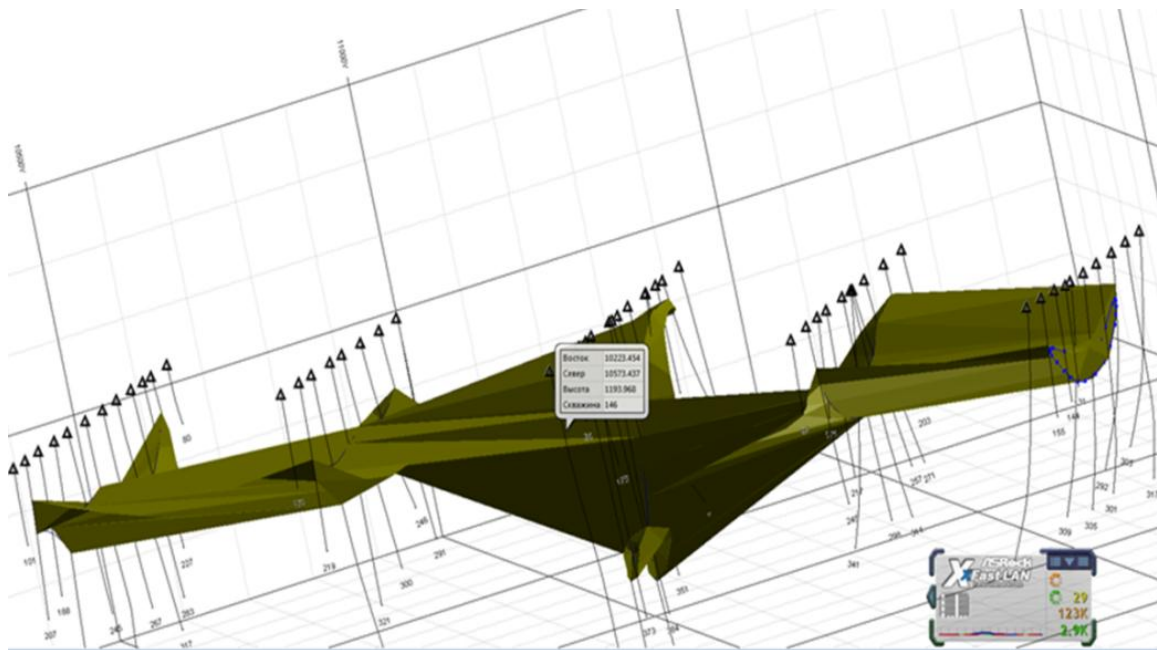


Рисунок 3 – Каркасная модель рудных отложений осевой части палеодолины Дыбырн – Джилинда, выполненная в ГГИС Micromine

Кондиционное оруденение слагает субгоризонтальные и пологонаклонные пласто- и лентообразными рудные залежи в базальной части неогенового разреза, их положение в плане контролируется осевыми частями палеодолин. В единичных случаях оруденение развивается выше базального горизонта на уровне надпойменных террас. Глубина залегания оруденения от 90 до 210 метров.

Границы рудных интервалов визуально не определяются и выделяются радиометрическими методами, по данным гамма-каротажа и опробования. В частных пересечениях по скважинам залежь обычно состоит от одного до пяти сближенных рудных интервалов мощностью от первых десятков сантиметров до 19,9 м (средняя 9,14 м). Руды в основном бедные и рядовые, содержание урана по пересечению обычно составляет первые сотые доли процента от 0,014 до 0,098 %, в среднем 0,038 %.

Руды месторождения характеризуются рядовой удельной продуктивностью, составляющей в среднем  $4,8 \text{ кг/м}^2$ . В большей степени рудонасыщенность зависит от мощности, в меньшей от содержания урана. В целом, изменчивость параметров оруденения слабая – коэффициент вариации мощности рудных интервалов равен 42 %, коэффициент вариации содержаний урана составляя 34 %. По предварительным данным распределение металла и его запасов закономерное, в поперечном и продольном профиле симметричное относительно оси.

В аллювиальных отложениях месторождения были обнаружены повышенные концентрации золота. Причем часть его локализуется в контурах урановой рудной залежи, а другая располагается немного выше нее. Источником россыпного золота, по мнению большинства исследователей, являются зоны окисления по пиритизированным метаморфическим породам, где происходит накопление и перераспределение золота.

Заполняющая масса грубозернистых песков алеврит-глинистая имеет полиминеральный состав. Количество ее колеблется в пределах 10–30 % от общего объема породы. В составе заполнителя отмечаются алевро-пелитовые зерна кварца, калиевого полевого шпата, дисперсные глинистые минералы, тонкочешуйчатые агрегаты гидрослюда, дисперсное органическое вещество. В составе глинистых выявлены каолинит, монтмориллонит, гидрослюда, галлуазит, метагаллуазит, нонтронит.

Органическое вещество присутствует в рудах повсеместно и среднее содержание  $C_{\text{орг}}$  составляет 0,3 %. Органика отмечается в виде скоплений мелкого углефицированного растительного детрита в псаммитах или равномерно распыленного в глинисто-алевритовых разностях, а также в виде крупных остатков растительности, линз торфов и лигнитов. В отдельных прослоях углистых осадков содержание  $C_{\text{орг}}$  достигает 5 %, а в торфах и лигнитах до 15–28 %.

Урановая минерализация тяготеет пространственно к глинистым минералам, переотложенной органике, сульфидам железа, заполняет поры и трещины в обломках породообразующих минералов. Основными урановыми минералами являются оксиды урана (уранинит, настуран, урановые черни), гидроксиды (фурмарьерит), силикаты (коффинит), реже отмечаются фосфаты четырехвалентного урана (нингиоит), арсениты (метановачекит), карбонаты (студтит, виденманнит, рётзерфордин), фосфаты шестивалентного урана (отенит), очень редко титанат урана – браннерит. Урансодержащие – аршиновит, дисперсный анатаз.

В распределении минеральных фаз урана нет четких закономерностей, но наблюдается определенная тенденция их в размещении: – в тыловой зоне в рядовых рудах преобладают оксиды четырехвалентного урана; – в центральных частях рудной залежи присутствуют все формы оксидов четырехвалентного урана, а также коффинит и редко нингиоит; во фронтальной зоне рудной залежи, на ее выклинивании в безрудную сероцветную толщу – обычны пленочные и глобулярные выделения оксидов урана.

По химическому и минеральному составу технологические свойства руд Дыбынского месторождения предполагаются благоприятными для сернокислотного способа ПВ, что требует подтверждения достоверными фактическими данными.

Урановые руды месторождений Хиагдинского рудного поля и Дыбынского месторождения монометалльны и не содержат промышленных концентраций других элементов. Спорадически, в небольших количествах в них установлены: Mo, Re, Sc, Pb, Cu, Zn, Au, Ag и редкоземельные элементы. В соответствии с инструкцией ГКЗ большинство сопутствующих элементов следует отнести к 3 группе, поскольку они не образуют собственных минералов, самостоятельных рудных тел, присутствуют в рудах и рудовмещающих породах в виде примесей и потенциально могут накапливаться в технологических растворах при извлечении урана методом ПВ. В корреляционной связи с ураном находятся молибден и цинк, содержание которых в рудных телах может достигать 97,2 и 300–340 г/т соответственно.

Время начала формирования руд, рассчитанное по изотопам свинца и радиоактивных элементов составляет ориентировочно 20 млн. лет, самое позднее зафиксированное перераспределение урана завершилось 1–2 млн. лет назад.

По оценке ресурсов месторождение Дыбрын относится к группе средних. При поисковых и оценочных работах запасы и прогнозные ресурсы месторождения обоснованы и локализованы на трех участках. Кондиционное урановое оруденение вскрыли 27 скважин на 11 линиях. Наиболее крупная лентообразная залежь локализуется в стволовой палеодолине Дыбрынская-1. Протяженность участка с кондиционным оруденением 4,0 км при ширине 50–300 м. В разрезе выделяется от 1 до 5 рудных интервалов, разделенных безрудными прослоями. Мощность оруденения по сечениям 1,9–11,2 м, содержание урана 0,016–0,098 %. Удельная продуктивность оруденения – 4,88 кг/м<sup>2</sup>. Оцененные запасы урана категории С<sub>2</sub> составляют 4006 т.

Общая оценка ресурсов урана месторождения Дыбрын на 01.05.1992 года составила 7058 т, в том числе запасы категории С<sub>2</sub> – 4006 т и ресурсы категории Р<sub>1</sub> – 3052 т. Следует отметить, что за пределами описанной залежи в ее правых притоках известны признаки ураноносности в виде отдельных рудных пересечений. Такие потенциально рудоносные структуры не получили оценки на ранней стадии работ и представляют собой резерв на наращивание сырьевой базы месторождения.

Наибольший интерес из общего круга решаемых задач представляет процесс выявления закономерностей характера распределения уранового оруденения. Основным поисковым методом определения границ урановой минерализации является анализ изменения гамма-активности в скважинах. Гамма каротаж заключается в регистрации гамма-излучения естественных радиоактивных элементов горных пород (U, Th, K) по разрезу скважины. Поскольку большинство скважин проводится без отбора керна, геофизические исследования скважин (ГИС) являются основным, а зачастую и единственным методом получения наиболее полной информации об особенностях геологического разреза и характеристик уранового оруденения по каждой скважины.

Главной особенностью руд данного генезиса является нарушение радиоактивного равновесия в урановом ряду связано с процессами разделения миграции урана и продуктов его распада, а также с эманированием руд [1,3,4].

Количественно нарушение радиоактивного равновесия характеризуется коэффициентом радиоактивного равновесия  $K_{pp}$  под которым понимают отношение количеств данного изотопа к родоначальнику ряда распада, причём количество обоих элементов выражают в единицах равновесного с ним урана.  $K_{pp}$  между ураном и радием высчитывается по формуле

$$K_{pp} = \frac{C(Ra)}{C(U)} \times,$$

где содержания урана и радия приведены в массовых долях или в процентах. При сохранении радиоактивного равновесия коэффициент равен единице, Если  $K_{pp} < 1$ , равновесие сдвинуто в сторону урана если  $K_{pp} > 1$ , то в сторону радия. Различают локальные и зональные нарушения радиоактивного равновесия. При локальном нарушении пространственное разобцение урана и радия невелико и сглаживается для больших объёмов руды. Локальные нарушения, связаны с миграцией радия.

На месторождении установлена характерная для всех гидrogenных месторождений зональность в распределении  $K_{pp}$  в крест простирания рудных тел [3]. Проявлена она в



наличии вокруг урановорудных тел внешних радиевых оторочек, а также внутренних радиевых ореолов, встречающихся на границе окисленных пород. Из этого был сделан вывод, что для учета радиевых ореолов у границ рудных интервалов при интерпретации необходимо использовать зависимости бортовой концентрации радия от средней концентрации радия в рудных интервалах (рисунок 4). Расчет средних значений  $K_{pp}$  проводится по результатам анализов секционных проб керна для каждого рудного пересечения в границах интервала с концентрацией урана 0,01 % (с выходом керна не менее 70 %) по скважинам, относительно равномерно распределенным на площади работ.

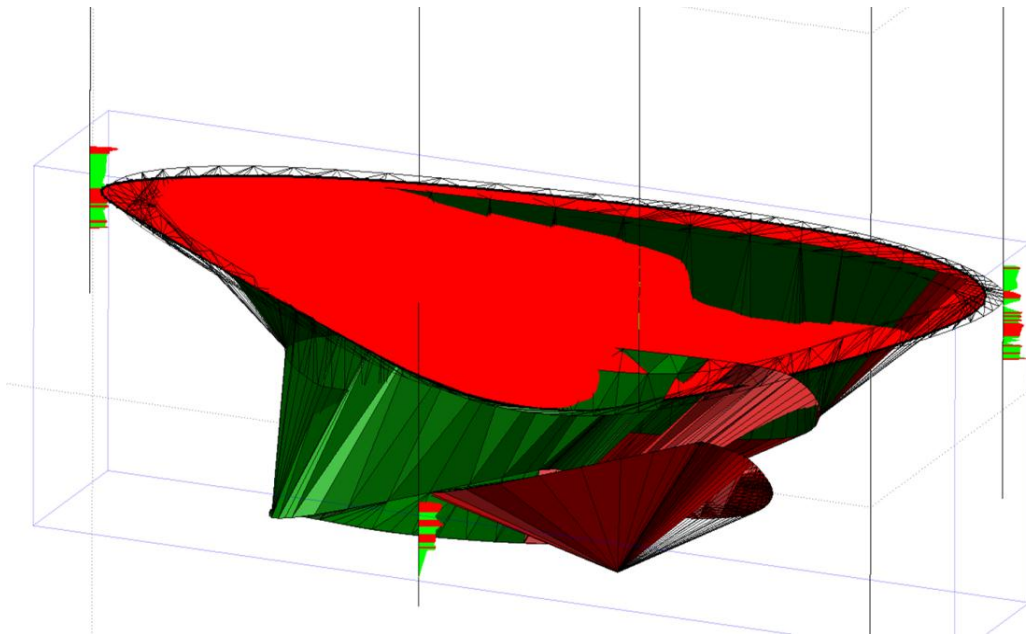


Рисунок 4 – Модель распределения величины  $K_{pp}$  внутри контура рудного тела разведочной линии 829

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (радиоактивные металлы) Приложение 5 к распоряжению МПР России от 5 июня 2007 г. N 37-р.
2. Оценка перспектив ураноносности южного фланга Витимского плоскогорья: отчет по геологическому заданию //И.Р. Коробенко [и др.]. – Иркутск: ГФУП «Сосновгеология», 1980.
3. Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеоруслах: метод. рекомендации / А.Б. Халезов. – М.: ВИМС, 1999., 153с.
4. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания / М.В. Шумилин [и др.]. – М.: Недра, 1985.

*В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев, Е.А. Митрофанов, В.Г. Деревенец,  
Е.М. Чернев*

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РАДИОЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО РАВНОВЕСИЯ В РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЫБРЫН (ВИТИМСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН, РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)

### *Характеристика объекта исследования*

Дыбрынское месторождение урана административно расположено в южной части Баунтовского района Бурятии, по природным условиям приравненного к районам Крайнего Севера. Географически месторождение находится в южной части Витимского плоскогорья, на площади Амалатского плато базальтов (в его юго-восточной части). Расстояние до ближайших областных центров Читы и Улан-Удэ составляет соответственно 200 и 400 км, до районного центра п. Багдарин 120 км. От осваиваемого Хиагдинского месторождения оно расположено в 18 км к западу [Оценка перспектив ураноносности южного фланга Витимского плоскогорья, 1980].

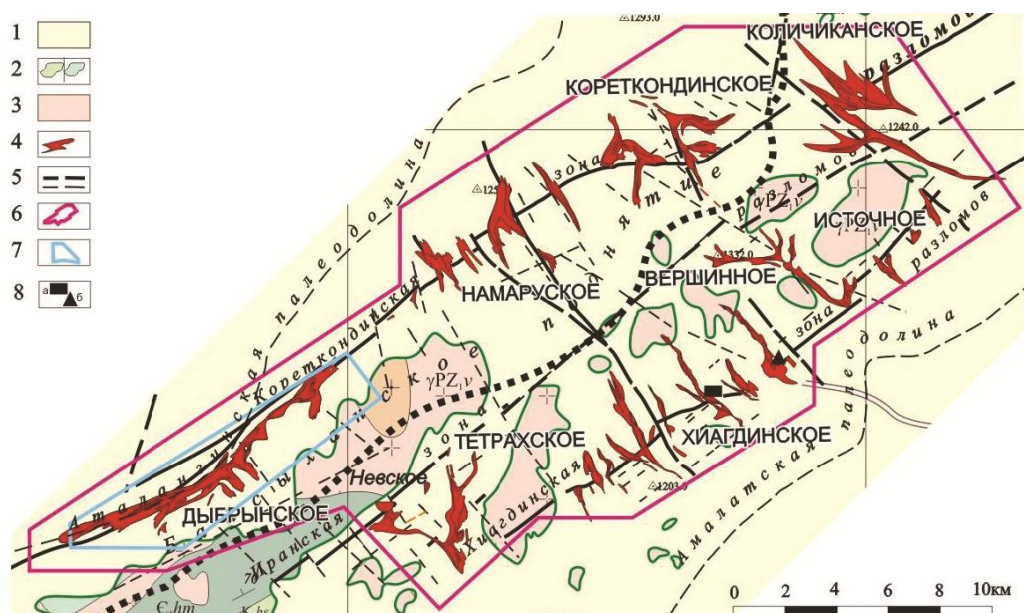


Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта Хиагдинского рудного поля

Месторождение Дыбрынское занимает крайнюю западную часть Хиагдинского рудного поля и расположено на северо-западном склоне Байсыханского поднятия. Оно находится в 10 км к северо-западу от месторождения Тетрах (рисунок 1). Площадь его охватывает истоки и долину верхнего течения р. Дыбрын-Джилинда и характеризуется абсолютными отметками в 1 280–1 230 м водораздельных частей и 1 240–1 200 м долин рек.

Участок месторождения расположен в южной части Амалатского плато базальтов и охватывает протяженный отрезок верхнего течения Аталангинской стволной палеодо-

лины и серию коротких правых притоков, дренирующих северо-западный склон Байсыханского валообразного поднятия фундамента, которое фиксируется серией разновеликих выступов гранитов общей северо-восточной ориентировки.

В современном рельефе наиболее крупные выступы возвышаются на высоту от нескольких метров до первых десятков метров. Положение Байсыханского поднятия совпадает с современным водоразделом рек Аталанга, Дыбын-Джилинда.

### *Результаты исследований и их обсуждения*

Геологическое строение участка месторождения определяется наличием кристаллических образований нижнего структурного этажа и кайнозойских вулканогенно-осадочных образований слоистого чехла, формирование которого происходило при экзогенных, эрозионных, седиментационных, тектонических процессах и интенсивном базальтовом вулканизме.

Нижний структурный этаж, слагающий южное и юго-восточное обрамление покрова базальтов и фундамент палеодолин, представлен лейкократовыми гранитами витимканского комплекса. Для гранитов комплекса характерна средне- и мелкозернистая структура, наличие темного кварца. Главной особенностью гранитов является их высокая радиоактивность (до 30–70 мкр/час), обусловленная присутствием акцессорных радиоактивных минералов, в т.ч. и уранинита, образующего микроскопические выделения в межзерновых интерстициях. В юго-западной части строение фундамента гетерогенное, обусловленное развитием крупных ксенолитов палеозойских метаморфизованных осадочных пород химгильдинской свиты, метаморфических пород гаргинской и суванихинской свит, присутствием мелких тел диоритов, гранодиоритов, присутствием небольших блоков базальтов и осадочных пород нижнего мела.

Перед накоплением неогеновых осадков по породам фундамента развилась плащеобразная глинистая, глинисто-щебенистая кора выветривания каолинитового профиля. На участках более глубокой эрозии продукты коры отсутствуют, а на пологих бортах палеодолин и площадках террас мощность глинисто-щебенистых образований коры варьирует от первых метров до 20–25 м. Образования коры выветривания водоупорны.

Вулканогенно-осадочные слоистые образования отнесены в состав джилиндинской свиты раннего неогена. По составу и условиям осадконакопления джилиндинская свита подразделяется на две подсвиты: нижнюю – преимущественно терригенную и верхнюю – преимущественно вулканогенную, каждая из которых в свою очередь включает в себя ряд более мелких толщ или пачек пород. По фаціальным условиям осадочные образования джилиндинской свиты представлены пролювиально-делювиальным, аллювиальным и озерным комплексами. В составе аллювиального комплекса выделяются русловые и пойменные фации при явном преобладании первых. Для всех осадков продуктивной толщи джилиндинской свиты характерны аркозовый и олигомиктовый состав, отсутствие литификации, низкая степень окатанности обломочного материала, плохая сортированность. Цемент осадков порово-контактный, порово-пленочный и базальный.

В грубозернистых разностях заполняющая масса песчано-алевритовая, полимиктового или аркозового состава. Особенностью осадков является наличие углефицированной растительной и тонкодисперсной сажистой органики, мелкой вкрапленности пиритамельниконита. Содержание органического вещества разного вида и степени преобразо-

вания составляет 1,2–3,4 %, в единичных пробах до 10,8 %, отмечается практическое отсутствие карбонатов (содержание  $\text{CO}_2$  обычно не превышает 0,23–0,28 %, в единичных пробах по глинам до 1,94 %), повсеместно фиксируются следы эпигенетических изменений различной степени.

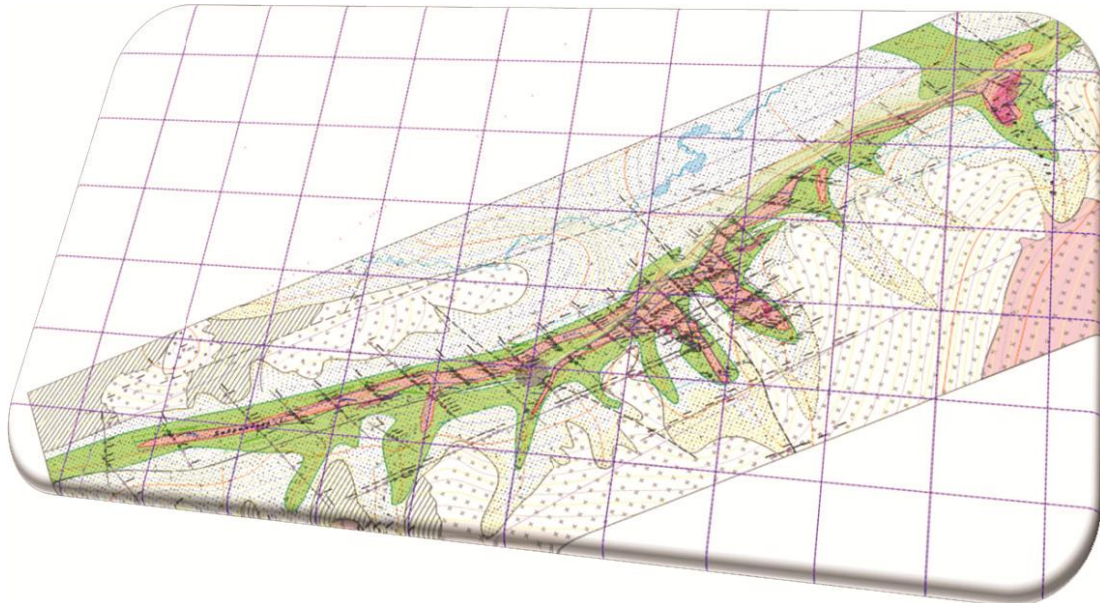


Рисунок 2 – Структурный план месторождения Дыбрынское

Структурный план месторождения Дыбрынское определяется Аталангинской стволочной палеодолиной 1 порядка, имеющей общее северо-восточное простирание, 10-тью правыми притоками северо-западного направления, проявлением разрывной тектоники сбросового типа и наличием базальтовых вулканических аппаратов центрального типа (рисунок 2).

Протяженность основной Аталангинской палеодолины в границах месторождения составляет 14 км, ширина около 1 300 м. По размерам и морфологии данный отрезок палеодолины аналогичен рудоносным эрозионным структурам высокого порядка и отличается лишь более пологим уклоном продольного профиля русла (10–15 м/км).

Протяженность долин правых боковых притоков колеблется от 1 до 4 км, при ширине 400–600 м. Палеодолины месторождения Дыбрынское расположены на северо-западном склоне Байсыханского поднятия и отличаются от рудоносных палеодолин юго-восточного склона меньшей протяженностью и более крутым продольным профилем.

С юго-запада на северо-восток через всю площадь месторождения в правобережной и осевой частях Аталангинской палеодолины прослежен постседиментационный Корткондинский разлом, фиксирующийся дроблением пород развитием притертых трещин и вертикальным смещением, как пород фундамента, так и всех неогеновых толщ. Разлом представлен серией субпараллельных сбросов, по которым северо-западный блок опущен на 30–70 м. Зоны трещиноватости субмеридионального и северо-западного направлений зафиксированы бурением в фундаменте палеодолин

В обобщенных границах урановое оруденение прослежено в направлении с юго-запада на северо-восток на 8 600 м и с разновеликими апофизами северо-западного простирания. Крайняя юго-западная часть месторождения опущена сброшена по сбросам Ко-

реткондинского разлома. Амплитуда вертикального смещения залежи колеблется от 30–40 м на западе, до 60–70 м на востоке (рисунок 3).

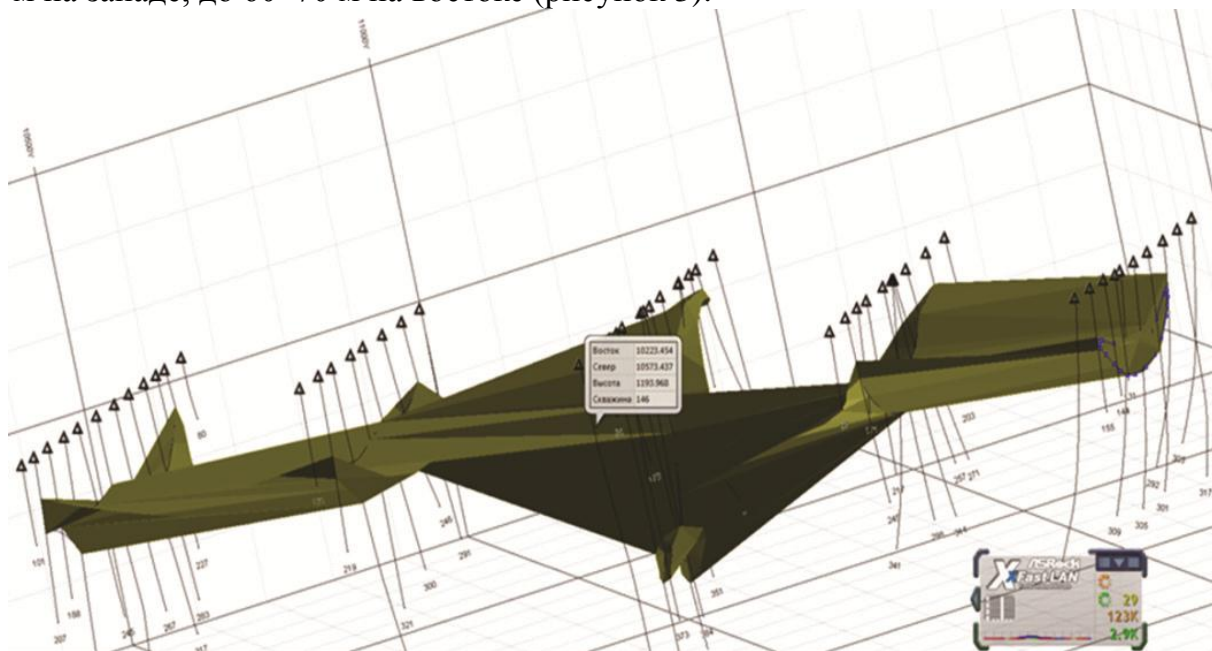


Рисунок 3 – Каркасная модель рудных отложений осевой части палеодолины Дыбрын – Джилинда, выполненная в ГГИС Micromine

В гидрогеологическом строении месторождения участвуют воды водоносных горизонтов и комплексов:

- Порово-пластовые воды сезонно-талого (деятельного) слоя.
- Трещинно-пластовые воды водоносного комплекса неогеновых базальтов.
- Порово-пластовые воды рыхлых осадочных отложений неогена (продуктивный).
- Трещинно-жильные воды зон разломов и тектонической трещиноватости фундамента.

Кондиционное оруденение слагает субгоризонтальные и пологонаклонные пласто- и лентообразными рудные залежи в базальной части неогенового разреза, их положение в плане контролируется осевыми частями палеодолин. В единичных случаях оруденение развивается выше базального горизонта на уровне надпойменных террас. Глубина залегания оруденения от 90 до 210 метров.

Границы рудных интервалов визуально не определяются и выделяются радиометрическими методами, по данным гамма-каротажа и опробования. В частных пересечениях по скважинам залежь обычно состоит от одного до пяти сближенных рудных интервалов мощностью от первых десятков сантиметров до 19,9 м (средняя 9,14 м). Руды в основном бедные и рядовые, содержание урана по пересечению обычно составляет первые сотые доли процента от 0,014 до 0,098 %, в среднем 0,038 %.

Руды месторождения характеризуются рядовой удельной продуктивностью, составляющей в среднем  $4,8 \text{ кг/м}^2$ . В большей степени рудонасыщенность зависит от мощности, в меньшей от содержания урана. В целом, изменчивость параметров оруденения слабая – коэффициент вариации мощности рудных интервалов равен 42 %, коэффициент вариации содержаний урана составляя 34 %. По предварительным данным распределение металла и его запасов закономерное, в поперечном и продольном профиле симметричное относительно оси.

В аллювиальных отложениях месторождения были обнаружены повышенные концентрации золота. Причем часть его локализуется в контурах урановой рудной залежи, а другая располагается немного выше нее. Источником россыпного золота, по мнению большинства исследователей, являются зоны окисления по пиритизированным метаморфическим породам, где происходит накопление и перераспределение золота.

Заполняющая масса грубозернистых песков алеврит-глинистая имеет полиминеральный состав. Количество ее колеблется в пределах 10–30 % от общего объема породы. В составе заполнителя отмечаются алевро-пелитовые зерна кварца, калиевого полевого шпата, дисперсные глинистые минералы, тонкочешуйчатые агрегаты гидрослюда, дисперсное органическое вещество. В составе глинистых выявлены каолинит, монтмориллонит, гидрослюда, галлуазит, метагаллуазит, нонтронит.

Органическое вещество присутствует в рудах повсеместно и среднее содержание Сорг составляет 0,3 %. Органика отмечается в виде скоплений мелкого углефицированного растительного детрита в псаммитах или равномерно распыленного в глинисто-алевритовых разностях, а также в виде крупных остатков растительности, линз торфов и лигнитов. В отдельных прослоях углистых осадков содержание Сорг достигает 5 %, а в торфах и лигнитах до 15–28 %.

Урановая минерализация тяготеет пространственно к глинистым минералам, переотложенной органике, сульфидам железа, заполняет поры и трещины в обломках породообразующих минералов. Основными урановыми минералами являются фосфаты четырехвалентного урана (нингиоит), очень редки оксиды урана (уранинит, настуран, урановые черни), гидроксиды (фурмарьерит), силикаты (коффинит), арсениты (метановачекит), карбонаты (студтит, виденманнит, рётзерфордин), фосфаты шестивалентного урана (отенит), очень редко титанат урана – браннерит. Урансодержащие - аршиновит, дисперсный анатаз.

В распределении минеральных фаз урана нет четких закономерностей, но наблюдается определенная тенденция их в размещении: – в тыловой зоне в рядовых рудах преобладают оксиды четырехвалентного урана; – в центральных частях рудной залежи присутствуют все формы оксидов четырехвалентного урана, а также коффинит и редко нингиоит; во фронтальной зоне рудной залежи, на ее выклинивании в безрудную сероцветную толщу – обычны пленочные и глобулярные выделения оксидов урана.

По химическому и минеральному составу технологические свойства руд Дыбынского месторождения предполагаются благоприятными для сернокислотного способа ПВ, что требует подтверждения достоверными фактическими данными.

Урановые руды месторождений Хиагдинского рудного поля и Дыбынского месторождения монометалльны и не содержат промышленных концентраций других элементов. Спорадически, в небольших количествах в них установлены: Mo, Re, Sc, Pb, Cu, Zn, Au, Ag и редкоземельные элементы. В соответствии с инструкцией ГКЗ большинство сопутствующих элементов следует отнести к 3 группе, поскольку они не образуют собственных минералов, самостоятельных рудных тел, присутствуют в рудах и рудовмещающих породах в виде примесей и потенциально могут накапливаться в технологических растворах при извлечении урана методом ПВ. В корреляционной связи с ураном находятся молибден и цинк, содержание которых в рудных телах может достигать 97,2 и 300–340 г/т соответственно.

Время начала формирования руд, рассчитанное по изотопам свинца и радиоактивных элементов составляет ориентировочно 20 млн. лет, самое позднее зафиксированное перераспределение урана завершилось 1–2 млн. лет назад.

По оценке ресурсов месторождение Дыбырин относится к группе средних. При поисковых и оценочных работах запасы и прогнозные ресурсы месторождения обоснованы и локализованы на трех участках. Кондиционное урановое оруденение вскрыли 27 скважин на 11 линиях. Наиболее крупная лентообразная залежь локализуется в стволовой палеодолине Дыбыринская-1. Протяженность участка с кондиционным оруденением 4,0 км при ширине 50–300 м. В разрезе выделяется от 1 до 5 рудных интервалов, разделенных безрудными прослоями. Мощность оруденения по сечениям 1,9–11,2 м, содержание урана 0,016–0,098 %. Удельная продуктивность оруденения – 4,88 кг/м<sup>2</sup>. Оцененные запасы урана категории С<sub>2</sub> составляют 41006 т.

Общая оценка ресурсов урана месторождения Дыбырин на 01.05.1992 года составила 7058 т, в том числе запасы категории С<sub>2</sub> – 4006 т и ресурсы категории Р<sub>1</sub> – 3052 т. Следует отметить, что за пределами описанной залежи в ее правых притоках известны признаки ураноносности в виде отдельных рудных пересечений. Такие потенциально рудоносные структуры не получили оценки на ранней стадии работ и представляют собой резерв на наращивание сырьевой базы месторождения.

Наибольший интерес из общего круга решаемых задач представляет процесс выявления закономерностей характера распределения уранового оруденения. Основным поисковым методом определения границ урановой минерализации является анализ изменения гамма-активности в скважинах. Гамма каротаж заключается в регистрации гамма-излучения естественных радиоактивных элементов горных пород (U, Th, K) по разрезу скважины. Поскольку большинство скважин проводится без отбора керна, геофизические исследования скважин (ГИС) являются основным, а зачастую и единственным методом получения наиболее полной информации об особенностях геологического разреза и характеристик уранового оруденения по каждой скважины.

Главной особенностью руд данного генезиса является нарушение радиоактивного равновесия в урановом ряду связано с процессами разделения миграции урана и продуктов его распада, а также с эманированием руд [Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 2007; Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеоруслах, 1999; М.В. Шумилин и др., 1985].

Количественно нарушение радиоактивного равновесия характеризуется коэффициентом радиоактивного равновесия К<sub>pp</sub> под которым понимают отношение количеств данного изотопа к родоначальнику ряда распада, причём количество обоих элементов выражают в единицах равновесного с ним урана. К<sub>pp</sub> между ураном и радием высчитывается по формуле:

$$K_{pp} = \frac{C(Ra)}{C(U)} \times \frac{1}{3,4 \times 10^{-7}}, \quad (1)$$

где содержания урана и радия приведены в массовых долях или в процентах. При сохранении радиоактивного равновесия коэффициент равен единице, Если К<sub>pp</sub> < 1, равновесие сдвинуто в сторону урана если К<sub>pp</sub> > 1, то в сторону радия. Различают локальные и зональные нарушения радиоактивного равновесия. При локальном нарушении простран-

ственное разобшение урана и радия невелико и сглаживается для больших объёмов руды. Локальные нарушения, связаны с миграцией радия.

### *Заключение*

На месторождении установлена характерная для всех гидрогенных месторождений зональность в распределении  $K_{pp}$  в крест простирания рудных тел [Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеоруслах, 1999]. Проявлена она в наличии вокруг урановорудных тел внешних радиевых оторочек, а также внутренних радиевых ореолов, встречающихся на границе окисленных пород. Из этого был сделан вывод, что для учета радиевых ореолов у границ рудных интервалов при интерпретации необходимо использовать зависимости бортовой концентрации радия от средней концентрации радия в рудных интервалах. Расчет средних значений  $K_{pp}$  проводится по результатам анализов секционных проб керна для каждого рудного пересечения в границах интервала с концентрацией урана 0,01 % (с выходом керна не менее 70 %) по скважинам, относительно равномерно распределенным на площади работ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (радиоактивные металлы) Приложение 5 к распоряжению МПР России от 5 июня 2007 г. N 37-р.
2. Оценка перспектив ураноносности южного фланга Витимского плоскогорья: отчет по геологическому заданию // И.Р. Коробенко [и др.]. – Иркутск: ГФУП «Сосновгеология», 1980.
3. Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеоруслах: метод. рекомендации / А.Б. Халезов. – М.: ВИМС, 1999. – 153 с.
4. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания / М.В. Шумилин [и др.]. – М.: Недра, 1985.

УДК 553.94:550.8:622.81(571.17)

*Е.А. Шубина, В.Г. Лукьянов*

### **ПРОВЕДЕНИЕ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН**

В связи с развитием угледобывающей промышленности стремительными темпами наблюдается увеличение глубины ведения горных работ, а, следовательно, и увеличение природной газоносности разрабатываемых угольных пластов, что существенно влияет на безопасность ведения работ, объёмы добычи угля, попутно добытого газа и загрязнение окружающей среды.



Из общего количества балансовых запасов по Кузбассу к отработке наиболее экономичным открытым способом пригодны только 20 %, а, следовательно, добыча основной части балансовых запасов подлежит отработке подземным способом. Но увеличение глубины ведения работ и природной газоносности ведёт к увеличению себестоимости горных работ и приводит к нерентабельности предприятия.

На сегодняшний день из-за высокой метанообильности, на угольных шахтах широко применяются текущая и предварительная дегазация угольных пластов. При проведении дегазации одного выемочного участка производится бурение от 10 до 150 тысяч метров, а также согласно требований инструкции по дегазации угольных пластов, производится вынужденный простой оконтуренного выемочного участка в связи с его дегазацией.

Высокая природная газоносность создаёт настолько повышенное метановыделение, что её снижение возможно только с применением комплексной дегазации угольных пластов, т.е. применяется сочетание различных способов или схем дегазации одного или нескольких источников газовыделения.

К методам дегазации, позволяющим снижать природную газоносность до начала ведения очистных работ относятся: барьерная и предварительная дегазация. Так же к данным методам относится недостаточно применяемая в России заблаговременная дегазация.

В связи с низким коэффициентом эффективности предварительной дегазации (0,2-1,4 %), основная часть выделяющегося метана при разрушении пласта выбрасывается на поверхность посредством текущей дегазации, а именно, с помощью вентиляции горных выработок (10-40 %) и газоотсасывающих вентиляторов (60-90 %), установленных во фланговой части выемочного участка.

Следовательно, проводимые мероприятия по дегазации пластов не только не позволяют наращивать темпы безопасной добычи угля, но и несут предприятию очень большие затраты.

Трудности добычи метана из угольных пластов связаны с их низкой проницаемостью при нахождении метана в сорбированном состоянии. Для повышения проницаемости пластов на сегодняшний день разработаны различные методы воздействия на угольный пласт.

Заблаговременная дегазация пластов угля производится вертикальными, наклонными и горизонтальными скважинами с земной поверхности, преимущественно с предварительным гидрорасчленением пластов или использованием других методов воздействия на угольный пласт с целью формирования системы трещин для дальнейшего извлечения метана из угленосного массива до начала подготовительных или очистных работ.

Применяемые методы воздействия позволяют дегазировать участок недр вокруг вертикальной скважины радиусом 200-300 м в зависимости от геологических условий и выбранного метода воздействия на пласт.

Параметры способа гидрорасчленения пластов, установленные по результатам промышленного внедрения данного способа на шахтах Карагандинского и Донецкого бассейнов, уточняются институтами-разработчиками способа гидрорасчленения пласта.

Перспективными участками для производства заблаговременной дегазации на основе гидрорасчленения пласта являются участки с природной газоносностью более 8 м<sup>3</sup>/т сухой беззольной массы (с. б. м.) и при их залегании в водонепроницаемых породах не ниже средней устойчивости [1-5].

Эффективность работы скважин зависит от многих факторов, в связи с чем сроки извлечения метана из угольного пласта составляют более 3 лет.

Исследования, выполненные ВНИМИ, установили что, при ведении горных работ на больших глубинах в сложных горно-геологических условиях в качестве одного из наиболее эффективных мероприятий по предупреждению горных ударов могут применяться технологии, используемые в нефтяной и газовой промышленности и позволяющие воздействовать на массив горных пород на больших площадях.

В качестве одного из технических решений, позволяющих управлять напряженно-деформированным состоянием массива горных пород на больших площадях, предлагается апробированная на угольных и нефтегазоконденсатных месторождениях России волновая акустическая геотехнология интенсификации дебита эксплуатационных скважин (ВАГИДЭС). Технология ВАГИДЭС позволяет управлять состоянием массива как через скважины, пробуренные с поверхности, так и из подземных горных выработок угольных или рудных шахт. Локальным вариантом этой технологии является технология ЛАВОПОР (локальное акустическое возбуждение горных пород).

С помощью волнового акустического воздействия можно добиться изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород, поскольку система «скважина–пласт», «скважина–горная порода» является резонансной.

Технологии ВАГИДЭС и ЛАВОПОР являются уникальными и позволяют заблаговременно провести дегазацию массива или его разгрузку от повышенных напряжений, т.е. привести в безопасное состояние массив горных пород на значительных площадях – до 200 тыс. м<sup>2</sup> (R~500 м) через скважины с поверхности; а через скважины пробуренные из подземных горных выработок до 30 тыс. м<sup>2</sup> (R~200 м).

Принцип работы заключается в следующем: возбуждая в пласте на заданном удалении от скважины упругие волны напряжений, амплитуда которых превышает предельные напряжения сжатия или предельные напряжения упругости, или ведя акустическое возбуждение литологического разреза в пределах упругих напряжений, в результате можно получить пространственные зоны различных его состояний, т.е. возможно регулировать механические свойства горной породы по необходимости [6].

Современные технологии заблаговременной дегазации скважинами с поверхности позволяют извлекать 70- 90 % общего содержания метана. Имеются случаи извлечения метана со средней природной газоносностью 3-4 м<sup>3</sup>/т (с. б. м.) [7].

Учитывая мировой опыт безопасного ведения горных работ, сформировался термин метаноправляемость, который подразумевает извлечение 75 % от общего объёма метана посредством заблаговременной дегазации, 15 % за счёт предварительной дегазации и 10 % за счёт проветривания выработок, т.е. текущей дегазации.

Но, к сожалению, внедрение производства заблаговременной дегазации в сложившейся сложной ситуации идёт очень низкими темпами, можно сказать на уровне разговоров. Это связано в первую очередь с высокой стоимостью бурения сети скважин и сроками проведения буровых и дегазационных работ, которые составляют 3-5 лет и более.

Количество скважин, их глубина и расположение зависят от многих факторов и рассматриваются индивидуально по каждому участку, так же как и направление бурения.

Бурение вертикальных скважин обычно менее дорогостоящее, чем горизонтальных. В большинстве случаев для бурения вертикальных скважин не требуется никаких дополнительных мер или услуг. Также при производстве заблаговременной дегазации бурят

наклонно-направленные скважины, т.е. преднамеренно отклоняя ствол скважины от вертикали, и горизонтальные скважины, которые преимущественно применяют при большой мощности угольных пластов или при бурении в труднодоступных местах, где обеспечение доступа к каждой отдельной скважине обходится слишком дорого. Одна горизонтальная скважина может заменить несколько вертикальных, но и затраты на ее бурение значительно выше. Кроме того требуется специальное оборудование и подготовленный персонал. Плотность размещения скважин определяется в основном фактором времени, т.е. чем более сжаты сроки освоения пластов, тем большее количество скважин требуется [7].

В некоторых случаях используют комбинированную схему размещения скважин, т.е. индивидуальные вертикальные, горизонтальные и наклонные скважины. Все эти типы скважин имеют свои достоинства и недостатки, но так как при производстве разведочных работ преимущественно бурятся вертикальные скважины и лишь в некоторых случаях наклонно-направленные, далее пойдёт речь именно о них.

Для решения проблемы высокой природной газоносности к моменту начала ведения горных работ по пласту, предлагается внедрение заблаговременной дегазации участка с применением геологоразведочных скважин, намеченных к бурению при производстве разведочных работ по проектируемому участку.

Производимый объём исследований природной газоносности на различных стадиях геологоразведочных работ, позволяет по результатам поисково-оценочной стадии геологоразведочных работ иметь достаточное представление о природной газоносности участка для принятия решения о необходимости дальнейшего изучения и проведения заблаговременной дегазации.

Имеющийся опыт по уже разведанным смежным участкам в Кузнецком бассейне дает общее представление о мощности зоны газового выветривания и дальнейшем увеличении природной газоносности угольной толщи с глубиной.

В среднем по действующим угольным предприятиям Кузбасса мощность зоны газового выветривания угольных пластов изменяется от 200 м до 100 м, что соответствует горизонтам от +200 до  $\pm 0$  м абс. Развитие горных работ на сегодняшний день преимущественно осуществляется на горизонте  $\pm 0$  м. абс. и ниже.

Природная газоносность по горизонтам имеет следующие значения, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Общие сведения о природной газоносности Кузбасса

Горизонт, м абс.	Метаноносность, м <sup>3</sup> /т с.б.м.	Глубина ведения горных работ, м
+ 200	0-9	100-200 (зона метановыветривания)
+100	10-15	200-300
$\pm 0$	13-22	300-400
-300	22-30	600-900

Из таблицы 1 следует, что природная газоносность угольных пластов действующих предприятий преимущественно составляет 10-30 м<sup>3</sup>/т с.б.м. и с увеличением глубины разработки будет только увеличиваться, что приведёт к серьёзным производственным затра-

там на снижение газоносности. Более наглядно увеличение природной газоносности с глубиной залегания представлено на рисунке 1.

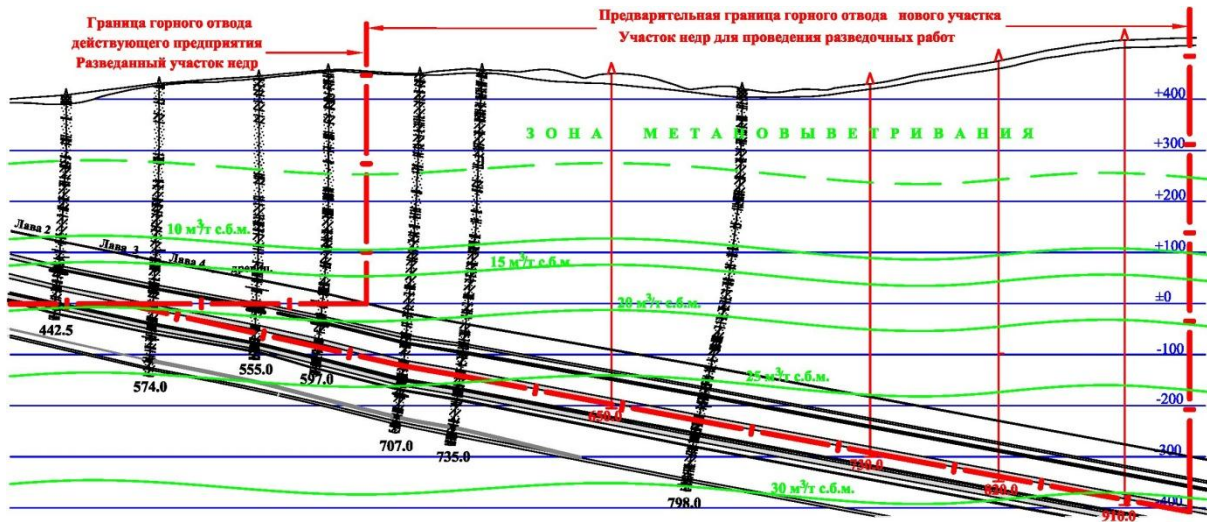


Рисунок 1 – Геолого-газовый разрез угольной толщи

Использование разведочных скважин для проведения заблаговременной дегазации участка, в первую очередь позволит рационально использовать время необходимое на проектирование горных работ, проведение экспертизы проекта отработки участка и начальной стадии строительства предприятия, на выполнение работ по снижению природной газоносности к моменту начала проведения вскрывающих и подготовительных выработок.

В соответствии со ст.14 ФЗ № 81 Правительство РФ постановление от 25.04.2011 г. № 315 устанавливает обязательное проведение дегазации угольных пластов при превышении природной газоносности  $13 \text{ м}^3/\text{т с.б.т.}$

В странах с более развитой угольной промышленностью в целях обеспечения безопасных условий труда данный порог уже снижен до  $9 \text{ м}^3/\text{т с. б. м.}$

В связи с многочисленными взрывами на угольных шахтах данный вопрос о снижении порога до  $9 \text{ м}^3/\text{т}$  уже рассматривается и в РФ, но пока всё остается без изменений. Следовательно, в будущем, при отработке участков с природной газоносностью  $13\text{--}30 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$ , заблаговременная дегазация неизбежно перейдет в разряд необходимых мероприятий, на выполнение которых, к сожалению, требуются не один год и существенные затраты на создание сети дегазационных скважин.

Кроме того, в зависимости от величины относительной метанообильности производится установление категории шахты по метану. Таким образом, согласно п. 267 «ПБ в угольных шахтах», при относительной метанообильности  $15 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$  и более, шахту относят к категории «сверхкатегорной» [8].

Проведенный анализ относительной метанообильности угольных шахт Кузбасса, работающих ниже гор.  $\pm 0 \text{ м абс.}$  показывает, что большинство шахт относятся к «сверхкатегорным», так как относительная метанообильность составляет  $30\text{--}60 \text{ м}^3/\text{т с.б.м.}$  и более.

Учитывая выше изложенное, подчёркивается актуальность проблемы высокой природной газоносности, так как относительная метанообильность в 2-4 раза превышает установленный критерий отнесения шахт к «сверхкатегорному» виду. Поэтому вопрос о

целесообразности многофункционального использования геологоразведочных скважин с целью проведения заблаговременной дегазации предлагается рассматривать при составлении проекта разведки участка, анализируя сведения о природной газоносности участка по данным поисково-оценочной стадии геологоразведочных работ.

Применяя разведочную сеть в соответствии с «Методическими рекомендациями...» [9] помимо решения задач, поставленных геологическим заданием в соответствии со стадией геологоразведочных работ, можно предусмотреть возможность проведения в дальнейшем и заблаговременной дегазации проектируемого участка с использованием планируемых скважин. Данные скважины необходимо временно консервировать, на период составления геологического отчёта, выделения запасов метана и их утверждения.

В таблице 2 представлен анализ покрываемой площади дегазируемого участка при зонах влияния воздействия на пласт 200 м и 300 м размещение проектируемых геологоразведочных скважин в соответствии с вышеуказанными рекомендациями.

Например, учитывая требования заложения геологоразведочных скважин для относительно выдержанных пластов: 200 м между скважинами, до 400 м между разведочными линиями, создаваемая сеть при радиусе гидрорасчленения 200 м позволит дегазировать до 100 % площади участка (рисунок 2) и снизить природную газоносность до 13 м<sup>3</sup>/т с. б. м и более.

Представленная сеть скважин так же может использоваться при отработке участка для дегазации выработанного пространства, что предотвратит внезапное загазирование горных выработок при посадке основной кровли.

Следовательно, сгущение разведочной сети на стадии разработки проекта разведки участка в свою очередь позволит произвести подсчёт запасов по более высоким категориям и, в дальнейшем, обеспечить дегазацию 100 % площади проектируемого участка, снизит природную газоносность на 70-90 % [7], обеспечит безопасное ведение горных работ без применения предварительной дегазации, снизит нагрузку, возлагаемую на текущую дегазацию.

Предусмотрев на этапе составления проекта разведочных работ оптимальную конструкцию, количество геологоразведочных скважин и возможность их дальнейшего использования для производства заблаговременной дегазации, появляется возможность рационально использовать период времени проектирования участка на снижение природной газоносности к началу ведения горных работ. При этом возможно более оперативно дегазировать шахтное поле в период строительства угледобывающего предприятия, производя заблаговременную дегазацию по шахтным блокам или участкам.

Концентрация добываемого метана посредством заблаговременной дегазации позволяет использовать добытый газ во многих отраслях промышленности. В странах с развитой добычей метана, добытый газ в основном используется на нужды данного предприятия для заправки автомобилей, котельных, выработки электроэнергии и т.д., а также может быть переведен из попутно добываемого в направлении самостоятельной добычи в промышленных масштабах.

Таблица 2 – Сравнительный анализ влияния густоты разведочной сети на количество покрываемой площади для производства заблаговременной дегазации участка

Выдержанность пластов	Покрываемая площадь дегазуемого участка	Расстояния между скважинами по категориям запасов, м					
		А		В		С <sub>1</sub>	
		между линиями	между скважинами на линиях	между линиями	между скважинами на линиях	между линиями	между скважинами на линиях
		600–800	200–400	800–1200	400–600	до 2000	до 1000
Выдержанные	При радиусе влияния воздействия на пласт 200 м	45-78 %		20-45 %		13-28 %	
	При радиусе влияния воздействия на пласт 300 м	72-100 %		35-75 %			
Относительно выдержанные	При радиусе влияния воздействия на пласт 200 м	300–400	150–250	400–600	200–300	до 1000	до 500
		100 %		75-100 %		25-55 %	
	При радиусе влияния воздействия на пласт 300 м	100 %		100 %			

### **Выводы**

Рассматривая применение разведочных скважин в качестве дегазационных, параллельно решается ряд производственных вопросов:

- снижаются затраты на бурение непродуктивных отложений и зоны метановыветривания (100-200 м). Объёмы бурения по непродуктивным отложениям или зоны метановыветривания на некоторых участках могут достигать 50-70 % от общего объёма бурения, проводимого при геологоразведочных работах;
- производится дегазация пластов-спутников и отщепившихся пластов, которые при отработке выемочного участка попадают в зону разгрузки и увеличивают объём метана в выработанном пространстве;
- сокращаются затраты на обсадные трубы, так как по опыту их извлечения, до 40 % труб деформируется;
- появляется возможность использовать скважины в качестве дегазации купола обрушения;
- исключаются простои высокопроизводительного оборудования по газовому фактору при отработке участка;
- снижается образование фотохимического смога и «парникового» эффекта, которые возросли за последние десятилетия примерно в 8 раз за счет выбросов метана в атмосферу из шахт Кузбасса;
- повышается рентабельность угледобычи за счёт выработки собственной электроэнергии, организации автозаправок, применения добытого метана в котельных и т.д.

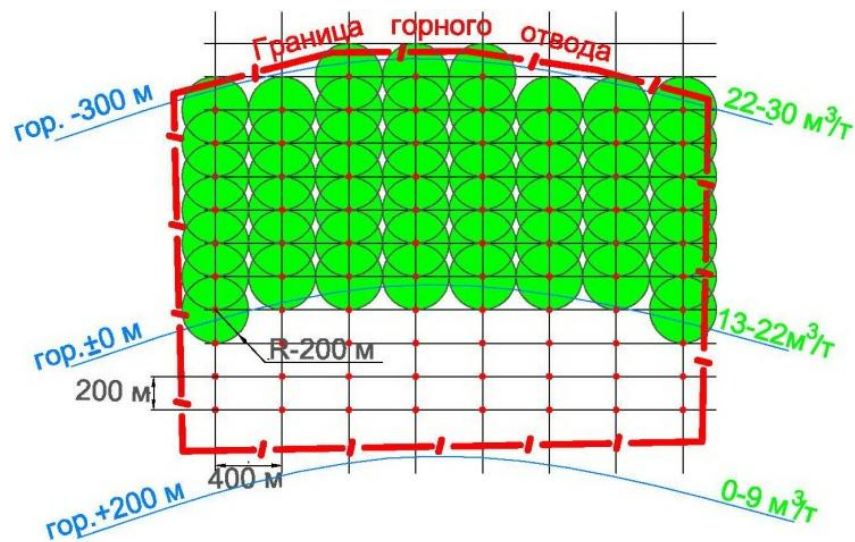


Рисунок 2 – Схема размещения скважин

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучков Л. А., Сластунов С. В., Федунец Б. И. Перспективы добычи метана в Печорском угольном бассейне. – М.: Издательство МГГУ, 2004. – 557 с.
2. Пучков Л. А., Сластунов С. В., Презент Г. М. Перспективы промышленного извлечения угольного метана // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Изд-во МГГУ 2002. – № 6. – С. 6–10.
3. Пучков Л. А., Сластунов С. В., Коликов К. С. Проблемы реализации концепции метанобезопасности на угольных шахтах России // Уголь. – 2009. – № 1. – С. 28–30.
4. Малышев Ю. Н., Ю. Л. Худин Ю. Л., Васильчук М. П. и др. Проблемы разработки метаноносных пластов в Кузнецком угольном бассейне. – М.: Издательство Академии горных наук, 1997. – 463 с.
5. Сластунов С. В. Заблаговременная дегазация и добыча метана из угольных месторождений. – М.: Издательство МГГУ, 1996. – 441 с.
6. Верниго В.М., Кульчицкий В.Б. Предупреждение горных ударов и внезапных выбросов в горнодобывающей промышленности// Горная Промышленность.– 2006. – № 4. – С.6–7.
7. Сикора П., Смыслов Д. и др. Особенности заблаговременной дегазации угольных пластов методом бурения скважин с поверхности // Глюкауф. – 2008. – № 1. – С.38–45.
8. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 05 выпуск 11 / Колл. Авт. — М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России». – 2003. – 296 с.
9. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Угли и горючие сланцы. – М.: Изд. ФГУ ГКЗ, 2007 г. – 34 с.

*Р.А. Альгинов, С.Н. Харламов*

## ДИНАМИКА ПУЛЬСАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЯМОТОЧНОГО ТУРБУЛЕНТНОГО ПОТОКА В ТРУБОПРОВОДЕ

Для многих практически важных течений несжимаемых капельных и слабосжимаемых газообразных углеводородных вязких сред в трубопроводах двухпараметрические модели вполне успешны и представляют хороший компромисс между группами нульпараметрическими и однопараметрическими моделями турбулентности и современными замыканиями второго порядка в прогнозе оптимальных и аварийных режимов эксплуатации трубопроводных систем. Как известно, первая группа содержат много эмпиризма для индивидуального течения, вторая достаточно сложна, мало апробирована и дорогостояща в инженерных расчетах. Справедливости ради стоит отметить, что популярные версии  $k\omega$ -,  $k\varepsilon$ - моделей в низкорейнольдсовых областях течения без введения демпфирующих и пристеночных функций в замыкающие связи часто трудно реализуемы из-за целого спектра нелинейных эффектов, которые сопровождают процессы переноса в вязких системах. Многие из этих низкорейнольдсовых моделей включают достаточно большое количество эмпирических данных и ориентированы на конкретные пристеночные условия течения и теплообмена, расширение которых приводит к необходимости серьезной дополнительной работы по верификации и валидации моделей к этим условиям. Такое положение заставляет инженеров конструировать альтернативные двух параметрические модели с относительно слабой вычислительной жесткостью, например,  $kL$ -,  $k\tau$ - и другие модели с дополнительным параметром, характеризующим диссипативные процессы в тонкой пульсационной структуре потока. Ценность таких моделей часто связывают с их более устойчивым характером в прогнозе процессов у стенки трубопровода, а также в высокоинерционных и рециркуляционных зонах. Все это вызывает настоятельную необходимость разработки новых моделей данного класса с оригинальным вторым транспортным уравнением, гибкими замыканиями для точного определения локальных свойств турбулентного потока и динамики тонкой структуры течения.

Одним из первых К. Спезиалом [1] были высказаны идеи включения в решение к определению турбулентных характеристик (молярной вязкости) параметра  $\tau = \frac{k}{\varepsilon}$  – характерного масштаба времени турбулентных пульсаций. Такой параметр на стенке, как и интегральный масштаб турбулентности  $L$ , имеет физические граничные условия –  $\tau=0$  ( $L=0$ ), что весьма ценно в анализе сложного течения с эффектами прямого и обратного перехода в трубопроводах с особенностью поверхности стенки. Библиографический анализ показывает (например, [1,2]), что транспортное  $\tau$ -уравнение изучалось до сих пор лишь теоретически и отдельные результаты позволяют надеяться на преимущество  $\tau$ -уравнения перед своим аналогом ( $\varepsilon$ ,  $L$ ) в вычислительном плане. В настоящей работе исследуется структура развивающегося потока в трубах, проводится анализ возможностей  $k\tau$  – модели в расчете внутренних прямоточных неизотермических течений. Даются за-



ключения об особенностях и закономерностях интенсификации процессов переноса в замкнутых системах при сложном движении вязких сред.

Рассматривается установившееся турбулентное течение и теплообмен в трубопроводах с осевой симметрией, включающей секции постоянного и переменного по длине поперечного сечения. Предполагается, что транспортируемая среда (теплоноситель) является однокомпонентной, химически инертной вязкой средой с переменными теплофизическими свойствами и представляет собой несжимаемую жидкость или слабосжимаемый совершенный газ. Движение осуществляется в отсутствии действия внешних сил.

Система уравнений, определяющих турбулентное течение и теплообмен в трубопроводах с особенностью поверхности стенки, в цилиндрической системе координат имеет следующий вид:

$$\frac{\partial(\rho U)}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial(r\rho V)}{\partial r} = 0 \quad ; \quad (1)$$

$$\rho U \frac{\partial U}{\partial x} + \rho V \frac{\partial U}{\partial r} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu \frac{\partial U}{\partial x} - \overline{\rho u'^2} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\mu \frac{\partial U}{\partial r} - r\rho u'v' \right); \quad (2)$$

$$\rho \left( U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial r} \right) = -\frac{\partial P}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \mu \frac{\partial V}{\partial x} - \overline{\rho u'v'} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\mu \frac{\partial V}{\partial r} - r\rho v'^2 \right); \quad (3)$$

$$\rho c_p \left( U \frac{\partial T}{\partial x} + V \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \rho c_p \overline{u't'} \right) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r\lambda \frac{\partial T}{\partial r} - r\rho c_p \overline{v't'} \right); \quad (3)$$

$$P = \rho RT \quad (4)$$

Заметим, что все величины в записи уравнений (1) – (4) осредненные (осреднение по Рейнольдсу), обозначения общепринятые.

Для замыкания определяющих уравнений привлекается оригинальная двухпараметрическая динамическая  $k\tau$ - модель турбулентности, разработанная первоначально в [1,2]:

$$\frac{Dk}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + c_{k1} \tau_{ij} \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - c_{k2} \frac{k}{\tau} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{D\tau}{Dt} = & \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{\sigma_\tau} \right) \frac{\partial \tau}{\partial x_i} \right] - \frac{2}{\tau} \left( v + \frac{v_i}{\sigma_{\tau 2}} \right) \frac{\partial \tau}{\partial x_i} \frac{\partial \tau}{\partial x_i} \\ & + \frac{2}{k} \left( v + \frac{v_i}{\sigma_{\tau 1}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \frac{\partial \tau}{\partial x_i} + (1 - c_{\tau 1}) \frac{\tau}{k} \tau_{ij} \frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \\ & (c_{\tau 2} f_2 - 1) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\tau_{ij} = -\frac{2}{3} k \delta_{ij} + \nu_{ij} (\partial U_{ij} / \partial x_i + \partial U_{ij} / \partial x_j) \quad (7)$$

Здесь  $\sigma_k = 1.36$ ,  $c_{k1} = 0.9$ ,  $c_{k2} = 1$ ,  $\sigma_\tau = 1.36$ ,  $\sigma_{\tau 2} = 1.36$ ,  $c_{\varepsilon 1} = 1.44$ ,  $c_\mu = 0.09$ ,  $\nu_t = c_\mu f_\mu^{k\tau}$ . Кроме того, низкорейнольдсовы процессы в молярной вязкости описываются связями вида:

$$f_2 = [1 - \exp(-y^+ / 4.9)]^2, \\ f_\mu = (1 + 3.45 / \sqrt{\text{Re}_t}) \left[ 1 - \exp\left(-y^+ / 70\right) \right] \quad (8)$$

Моделирование турбулентного теплообмена выполняется с привлечением оригинальной двухпараметрической  $\overline{t'^2} - \tau_\theta - R$  тепловой моделью с параметром разномасштабности (R) процессов диссипации динамического и теплового пульсационных полей [2], также включающей интенсивность пульсаций поля температуры  $\overline{t'^2}$  и его время диссипации  $\tau_\theta$ :

$$\frac{D\overline{t'^2}}{Dt} + 2\overline{u'_i t'} \frac{\partial \overline{t'^2}}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( \alpha + \frac{\nu_{ij}}{\sigma_{\tau_i}} \right) \frac{\partial \overline{t'^2}}{\partial x_j} \right] - c_{\tau_i} \frac{\overline{t'^2}}{\tau_\theta} \quad (9)$$

$$\frac{D\tau_\theta}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( \alpha + \frac{\nu_{ij}}{\sigma_{\tau_{i2}}} \right) \frac{\partial \tau_\theta}{\partial x_j} \right] - \frac{2}{\tau_\theta} \left( \alpha + \frac{\nu_{ij}}{\sigma_{\tau_{i2}}} \right) \left( \frac{\partial \tau_\theta}{\partial x_i} \right)^2 \\ f_{\varepsilon 1} c_{\varepsilon 1} \frac{\tau_\theta}{\tau} + \frac{2}{\overline{t'^2}} \left( \alpha + \frac{\nu_{ij}}{\sigma_{\tau_{i1}}} \right) \frac{\partial \overline{t'^2}}{\partial x_i} \frac{\partial \tau_\theta}{\partial x_j} - c_{\varepsilon 4} \tau_\theta \frac{P}{k} \\ + \frac{1}{2} (f_{\varepsilon 1} c_{\varepsilon 1} - 2) + 2(1 - c_{\varepsilon 3}) \frac{\tau_\theta}{\tau} \frac{P_\theta}{\overline{t'^2}} \tau_\theta \quad (10)$$

$$\frac{DR}{Dt} = 2(1 - c_{\varepsilon 3}) R \frac{P_\theta}{\overline{t'^2}} - R(1 - c_{\varepsilon 1} + c_{\varepsilon 4}) \frac{P}{k} + \\ \frac{1}{2\tau} (c_{\varepsilon 1} - 2) + \frac{R}{\tau} (c_{\varepsilon 2} - c_{\varepsilon 2} - 1) \quad (11)$$

Здесь принято, что  $\sigma_{\tau_i} = 0.94$ ,  $c_{\tau_i} = 1.9$ ,  $a = \frac{\mu}{\rho \text{Pr}}$ ,  $\sigma_{\tau_\theta 2} = 2$ ,  $\sigma_{\tau_\theta 1} = 2$ ,  $c_{d1} = 1.853$ ,

$$c_{d2} = 0.83, \quad c_{d3} = 1.7, \quad c_{d4} = 1.44, \quad f_\theta = \left( 1 - \exp\left(\frac{y^+}{5.8}\right) \right)^2, \quad P_\theta = 2 \frac{a_t}{\rho C_p} \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)^2,$$

$$P = \nu_t \left( \frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right) \left( \frac{\partial U_i}{\partial x_j} \right), \quad a_t = \rho C_p c_\lambda f_\lambda k \sqrt{\tau \tau_\theta}, \quad c_\lambda = 0.11, \quad f_\lambda = \left[ \exp\left(-\left[\frac{\text{Re}_t}{80}\right]^2\right) \frac{0.1}{\sqrt{\text{Re}_t}} + \left[ 1 - \exp\left(\frac{-y^+}{30}\right) \right]^2 \right]$$

Численное решение задачи строится с использованием экономичных неявных конечно-разностных схем, схем расщепления по пространственным и физическим переменным. Аппроксимация производных осуществляется со вторым порядком точности отно-

сительно шагов на разностной сетке со сгущением узлов в пристеночной области. При определении поля давления реализуется комбинированный подход, включающий идеи Л.М. Симуни, обобщенные на случай переменного по длине поперечного сечения, наличия рециркуляционных токов и метод контрольного объема [3].

В качестве граничных условий используются однородные распределения для осредненных и пульсационных величин или отвечающих опытным данным; на оси - условие симметрии, на стенке – отсутствие гидродинамических полей для искомых величин, условие I рода для температуры.

Исследование турбулентного течения и теплообмена в трубах и каналах на базе новой для приложений модели турбулентности с параметрами  $k-\tau-t'^2-\tau\theta-R$  проведено в широком диапазоне изменения определяющих параметров:

$Re = 5 \cdot 10^3 \div 10^6$ ;  $D = 0,05 \div 0,5$  м;  $x/D = 50 \div 400$ ;  $T_w = (273 \div 350) \text{ } ^\circ\text{K}$ ;  $T_0 = (300 \div 500) \text{ } ^\circ\text{K}$ ;  $Tu_0 = (0,1 \div 20) \%$ ;  $L_0 = (0,01 \div 0,5)R$ ,  $(t'^2)_0 = (0,001-0,01)T_0$ .

Для оценки достоинств замыкающих формулировок к членам высшего порядка в системе (1)-(4), модели турбулентности (5)-(11) были отобраны течения с теплообменом, отвечающие опытам Р. Мартинузи, А. Барбина, С. Танимото [1-8].

Некоторое представление о возможностях модели и метода к описанию динамики процессов переноса как в области стенки, так и ядре потока можно получить из данных, представленных на рисунках 1–8.

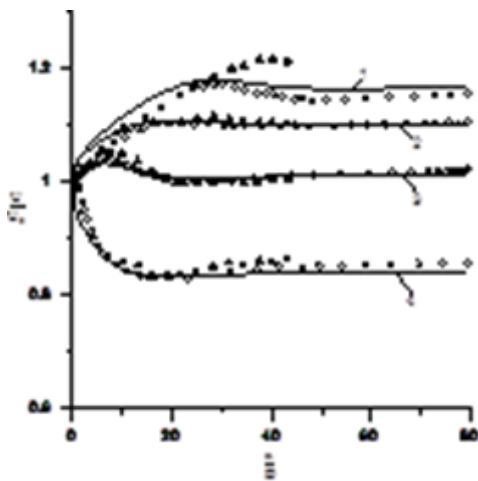


Рисунок 1 – Распределения относительной осевой скорости ( $u/U_0$ ) турбулентного потока в зависимости от безразмерной продольной длины трубопровода ( $x/D$ ) в некоторых его выделенных радиальных сечениях ( $r/R$ ). Расчеты (линии 1-4) отвечают экспериментальному режиму [4]- $Re=3,8 \cdot 10^5$ . Здесь 1 соответствует  $r/R=0$  (ось симметрии); 2 –  $r/R=0,5$ ; 3 –  $r/R=0,75$ ; 4 –  $r/R=0,94$ ; (значки  $\blacksquare$  – опыт [4]; значки  $\blacksquare$  – расчет по  $k\epsilon$ -модели).

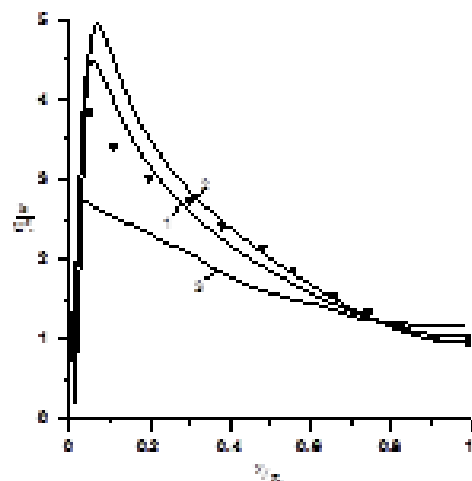


Рисунок 2 – Сравнение кинетической энергии по сечению в области стабилизации для разных моделей. 1 –  $k\tau$ - модель, 2 –  $kL$ - модель, 3 –  $k\epsilon$ - модель, значки – экспериментальные данные [5].

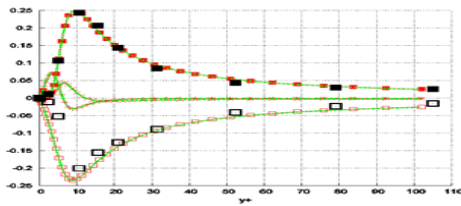


Рисунок 3 – Радиальные распределения составляющих баланса кинетической энергии турбулентности ( $k^+ = k / v_*^2$ ) в области стенки в зависимости от безразмерной универсальной переменной ( $y^+ = y / l_*$ ) на участке развитого течения. Здесь линии (расчет): (а) прирост баланса  $k^+$  (положительный вклад в соответствии с наибольшей абсолютной величиной): порождение (■), вязкая и турбулентная диффузия; (б) потери баланса  $k^+$  (отрицательный вклад) – диссипация (□). Значки (■, □) – эксперимент Дж. Лауфера ( $Re=5 \cdot 10^4$ ).

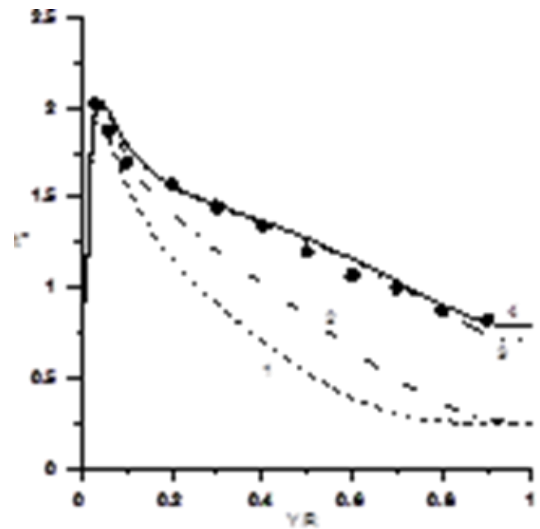


Рисунок 4 – Радиальные профили безразмерных значений пульсаций температуры  $t^+ = \rho C_p \sqrt{t'^2} / q_w$  в различных сечениях по длине канала. Здесь значки – опыт [6] ( $Re=3.25 \cdot 10^4$ ), расчет – линии (1 –  $x/D=8$ ; 2 – 12,8; 3 – 24; 4 – 158).

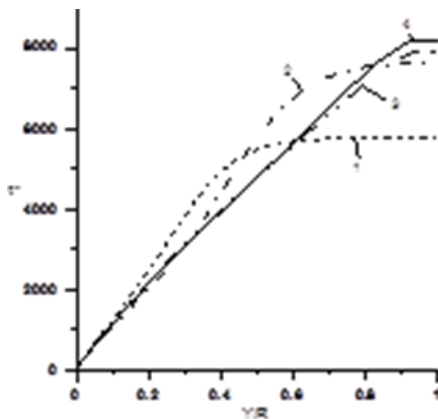


Рисунок 5 – Радиальные распределения безразмерного масштаба времени турбулентных пульсаций скорости  $\tau^+ = \tau U_*^2 / \nu$  в зависимости от продольной координаты  $x/D$ . Здесь 1 –  $x/D=3,2$ ; 2 – 8; 3 – 40; 4 – 158.  $Re = 4,25 \cdot 10^5$ .

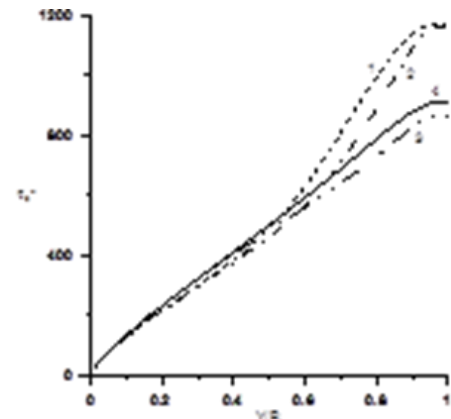


Рисунок 6 – Радиальные профили  $\tau_\theta^+ = 2\tau \theta U_*^2 / \nu$  в различных сечениях по длине канала ( $x/D$ ). Здесь линии 1 –  $x/D=9,6$ ; 2 – 12,8; 3 – 24; 4 – 158;  $Re = 3,25 \cdot 10^4$

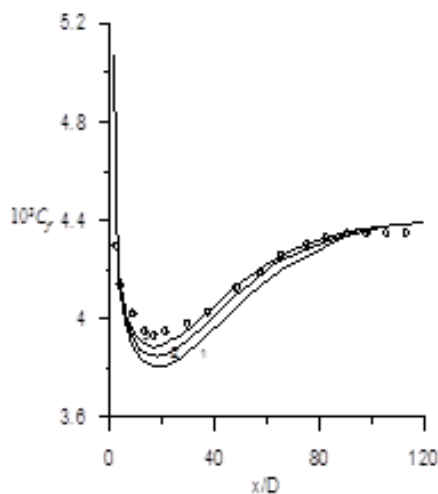


Рисунок 7 – Влияние изменений интенсивности турбулентности ( $Tu$ ) в области непосредственного входа потока в трубопровод на характер поведения коэффициента трения ( $C_f$ ) в условиях развивающегося течения в зависимости от безразмерной приведенной длины ( $x/D$ ). Здесь линии 1-3 (расчет) при  $Re=1,3 \cdot 10^5$ ,  $Tu=0,5\%$  отвечает линия 1; 1% (2); 8% (3) соответственно. Значки – эксперимент [7]

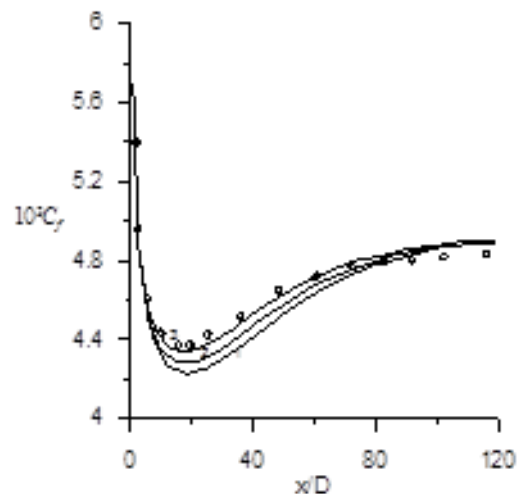


Рисунок 8 – Данные отвечают развитию по длине трубы коэффициента трения  $C_f$  при  $Re=0,7 \cdot 10^5$ . 1 –  $Tu=0,5\%$ ; 2 – 4%; 3 – 7% соответственно. Обозначения аналогичны рисунку 7.

Из рисунков видно, что на динамику течения, характер и закономерности трения, теплообмен в трубопроводе существенное влияние оказывают размер, интенсивность энергосодержащих вихрей, время их существования и диссипации энергии в потоке. В частности, из рисунков 7, 8 видно, что управляя степенью турбулентности ( $Tu$ ), интегральным масштабом вихрей ( $L$ ), временем пульсаций поля скорости ( $\tau$ ) и временем диссипации турбулентного теплового поля ( $\tau_\theta$ ) можно избежать неблагоприятных условий, формирующих эффекты реламинаризации, частичного или полного подавления турбулентности на участках трубопровода длиной порядка  $(120-140)D$ . Удовлетворительные сравнения с опытами расчетов локальных и интегральных свойств позволяют утверждать,

что четырех параметрическая  $k - \tau - t'^2 - \tau_\theta - R$  модель турбулентности вполне успешно может предсказывать сложные конвективно-диффузионные нелинейные процессы переноса импульса и теплоты с неоднородной турбулентностью при относительно небольших значениях параметра расширения трубопровода и ускорения потока. Причем, для этих условий вполне разумным может служить допущение в определении коэффициента молярной температуропроводности, что  $R \approx 0,5$  почти во всей области поперечного сечения трубопровода. В противном случае в потоке возникают значительные деформации, прогноз которых требует обращения к моделям с транспортными уравнениями для составляющих полного тензора напряжений Рейнольдса  $\overline{u'_i u'_j}$  и удельных турбулентных тепловых потоков  $\overline{u'_i t'}$  [8].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Speziale C. G., Abid R., Anderson E.C. Critical Evaluation of Two-Equation Models for Near-Wall Turbulence. // AIAA Journal. – 1992. – V. 30. – № 2. – P. 324–329.
2. Курбацкий А.Ф. Уравнение переноса для масштаба времени турбулентного скалярного поля // Теплофизика высоких температур. – 1999. – Т. 37. – № 4. – С. 589–594.
3. Kharlamov S.N. Hydrodynamics and Heat transfer. New challenges and trends of internal flow modeling. LAP LAMBERT Academic Publishing. Berlin. Germany, 2013. –107 p.
4. Barbin A.J., Jone, J.B. Turbulent Flow in the Inlet Region of a Smooth Pipe // Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, Journal of Basic Engineer. – 1963. – Vol. 29. – P. 29–34.
5. Martinuzzi R. Comparative Study of Turbulence Models in Simulating Developing Turbulent Pipe Flow // M.Sc. Thesis, Dept. Of Mechanical Engineering Queen's Univ. At Kingston, Ontario, Canada, 1985.
6. Tanimoto S., Hanratty T.J. Fluid temperature fluctuation accompanying turbulent heat transfer in a pipe // Chemical Engineering Science. – 1963. – Vol. 18. – P. 307–311.
7. Byrne I., Hatton A., Marriot P. Turbulent Flow and Heat Transfer in the Entrance Region of a Parallel Wall Passage // Proceedings of Institution of Mechanical Engineering. – 1969–70. – V. 184. – P. 697–712.
8. Бубенчиков А.М., Харламов С.Н. Математические модели неоднородной анизотропной турбулентности во внутренних течениях. – Томск: Томский государственный университет, 2001. – 448 с.

УДК 553.982

*И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук*

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СМОЛИСТОЙ НЕФТИ И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

#### ***Введение***

В последние годы растет доля добычи трудноизвлекаемых нефтей (ТИН) с аномальными физико-химическими свойствами – парафинистых, смолистых, вязких и тяжелых. Высокое содержание смол в нефтях является причиной технологических осложнений как при добыче и транспортировке нефти, так и в процессах их переработки. Высокое содержание смол способствует образованию кокса в процессе нефтепереработки, что приводит к закоксовыванию поверхности катализаторов, вызывая большие экономические ущербы для предприятий нефтепереработки. В связи с этим целью настоящей работы явилось проведение анализа данных о свойствах и пространственном распределении нефтей с высоким содержанием смол (смолистых нефтей – СН), направленного на изу-

чение закономерностей их территориального размещения и особенностей их физико-химических свойств в месторождениях основных нефтегазоносных бассейнов мира.

### ***1. Анализ распределения смолистых нефтей и их запасов по странам и континентам***

Для исследования закономерностей размещения смолистой нефти был сформирован на основе информации из БД массив данных. К СН в соответствии с классификацией таблицы 3 относим образцы нефти с содержанием смол 13 % и выше.

Сформированный массив данных о свойствах СН составил 2025 записи из 702 месторождения 55 нефтегазоносных бассейнов (около 29 % общего числа бассейнов мира), находящихся на территории 39 стран Азии, Европы, Северной и Южной Америки и Африки. На территории Евразии находится 39 НГБ со смолистой нефтью, в Америке – 11 бассейна, а на территории Африки – всего 5 бассейна с СН (рисунок 1).

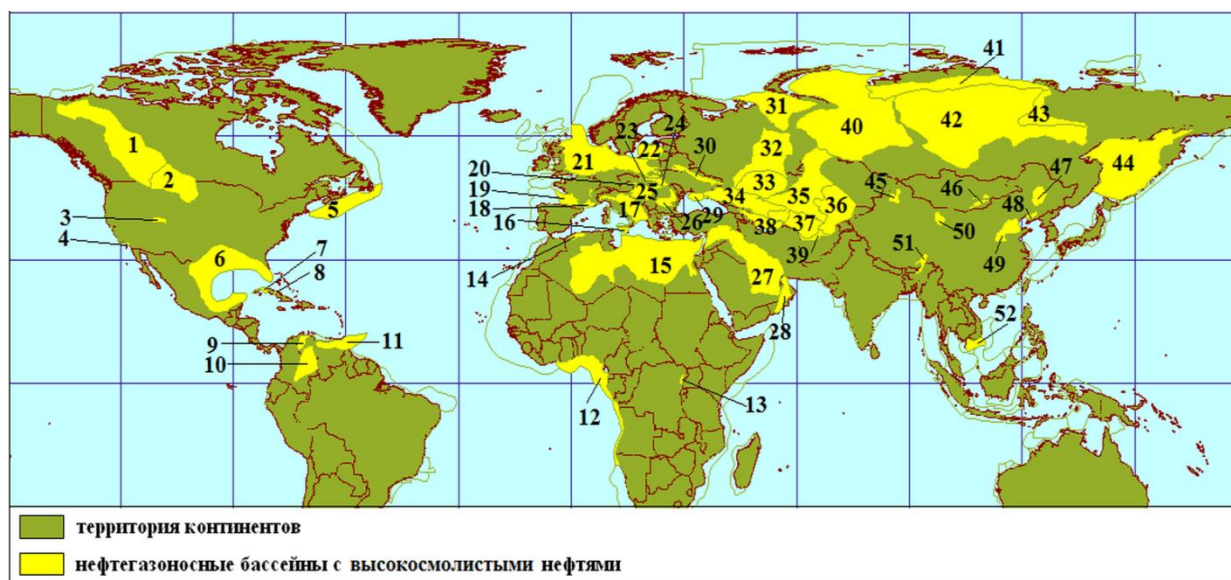


Рисунок 1 – Размещение основных нефтегазоносных бассейнов со смолистыми нефтями

Обозначения: бассейны в Северной и Южной Америке – 1-Западно-Канадский, 2-Уиллистонский, 3-Уинта-Пайсенс, 4-Лос-Анджелес, 5-Новошотландский, 6-Мексиканского залива, 7-Северо-Кубинский, 8-Центрально-Кубинский, 9-Маракаибский, 10-Баринас-Апуре, 11-Ориноковский; в Африке – 12-Гвинейского залива, 13-Альберта, 14- Западно-Тельский, 15-Сахаро-Ливийский; в Евразии – 16-Сицилийский, 17-Адриатический, 18-Ронский, 19-Аквитанский, 20-Венский, 21-Центрально-Европейский, 22-Балтийский, 23-Северо-Предкарпатский, 24-Карпатский, 25-Паннонский, 26-Предкарпатско-Балканский, 27-Персидского залива, 28-Омано-Макранский, 29-Северо-Крымский, 30-Днепровско-Припятский, 31-Тимано-Печорский, 32-Волго-Уральский, 33-Прикаспийский, 34-Северо-Кавказский, 35-Туранский, 36-Афгано-Таджикский, 37-Амударьинский, 38-Южно-Каспийский, 39-Каракумский, 40-Западно-Сибирский, 41-Енисейско-Анабарский, 42-Лено-Тунгусский, 43-Лено-Вилуйский, 44-Охотский, 45-Джунгарский, 46-Восточно-Гобийский, 47-Сунляо, 48-Ляохэ, 49-Бохайский, 50-Преднанышаньский, 51-Ассамский, 52-Вунг-Тау

Установлено, что количество уникальных и крупных по своим запасам месторождений составляет более половины от общего количества месторождений со смолистой нефтью (рисунок 2, а) и наибольшая часть запасов СН сосредоточены в уникальных месторождениях (рисунок 2, б) – почти 92 % мировых запасов СН. Уникальные месторождения размещены на нефтеносных территориях Канады, России, Венесуэлы, Казахстане, Кубы и Китая.

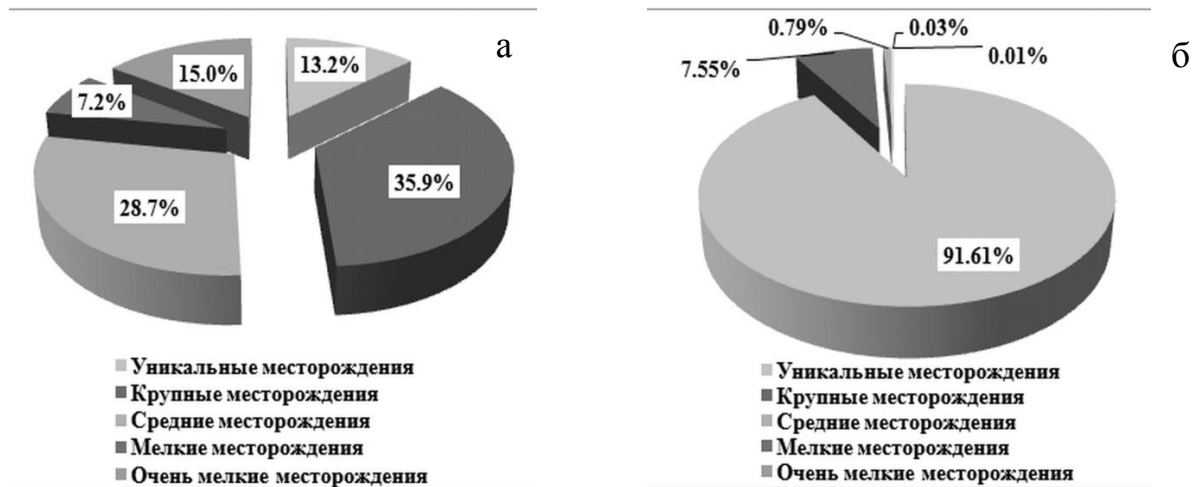


Рисунок 2 – Распределение числа месторождений со смолистой нефтью в зависимости от категории запасов (а) и объемов запасов (б)

На рисунке 3 приведена диаграмма распределения СН по странам мира, которая показывает, что основные мировые запасы смолистой нефти размещаются в Канаде, России и Венесуэле. Как видно из рисунка 3, запасы СН в месторождениях этих стран в сумме составляют почти 91 % мировых запасов.



Рисунок 3 – Распределение основных ресурсов смолистой нефти по странам мира



Перечень уникальных месторождений с СН приведен в таблице 1, где также указаны средние значения концентрации смол, вычисленные по каждому месторождению. К смолистым нефтям (среднее содержание смол более 13 %) относятся нефти Западно-Канадского бассейна в Канаде (месторождения Атабаска и Колд-Лейк), Оринокского и Маракайбского НГБ в Венесуэле (месторождения Церро-Негро и Бочакеро), Волго-Уральского (Ромашкинское и Арланское), Тимано-Печорского (Усинское и Ярегское) бассейнов на территории России, месторождений Тюб-Караган в Казахстане и Шэнли в Китае.

Таблица 1 – Характеристика уникальных по запасам месторождений со смолистой нефтью

Месторождение	Нефтегазоносный бассейн	Страна	Среднее по месторождению содержание смол в нефти, %
Атабаска	Западно-Канадский	Канада	25,76
Колд-Лейк	Западно-Канадский	Канада	34,50
Церро-Негро	Оринокский	Венесуэла	23,30
Чайкинское	Волго-Уральский	Россия	10,62
Ромашкинское	Волго-Уральский	Россия	18,10
Ван-Еганское	Западно-Сибирский	Россия	13,05
Самотлорское	Западно-Сибирский	Россия	7,44
Реформа	Центрально-Кубинский	Куба	15,10
Узень	Северо-Кавказский	Казахстан	12,86
Каламкас	Прикаспийский	Казахстан	12,72
Бочакеро	Маракайбский	Венесуэла	19,70
Усинское	Тимано-Печорский	Россия	15,76
Мамонтовское	Западно-Сибирский	Россия	9,65
Шэнли	Бохайский	Китай	49,90
Северо-Комсомольское	Западно-Сибирский	Россия	14,40
Новохазинское	Волго-Уральский	Россия	19,90
Русское	Западно-Сибирский	Россия	11,72
Федоровское	Западно-Сибирский	Россия	9,12
Юрубчено-Тохомское	Лено-Тунгусский	Россия	5,75
Тюб-Караган	Северо-Кавказский	Казахстан	27,40
Арланское	Волго-Уральский	Россия	19,66
Ярегское	Тимано-Печорский	Россия	30,54

## ***2. Географические закономерности размещения смолистых нефтей России***

Всего на территории России находится 454 месторождения со смолистыми нефтями [1-5]. Наибольшая часть из них расположена в Волго-Уральском нефтегазоносном бассейне (68 %). Остальная часть месторождений смолистых нефтей распределяется следующим образом: более 13 % из них относится к Западно-Сибирскому (ЗСНГБ), а к Тимано-Печорскому (ТПНГБ) и Лено-Тунгусскому бассейнам – около 6 % соответственно.

Распределение запасов СН по нефтегазоносным бассейнам России представлено на рисунке 4, из которого видно, что их запасы в Волго-Уральском нефтегазоносном бассейне (ВУНГБ) также наибольшие – почти 50 % общероссийских запасов смолистых нефтей. Выделяется своими запасами также Западно-Сибирский бассейн, в котором сосредоточено более 1/3 российских запасов СН, Тимано-Печорский бассейн обладает почти 10 % российских запасов. В сумме запасы этих трех НГБ составляют 92 % запасов смолистых нефтей России. Наименьшие запасы находятся в недрах Лено-Виллюйского и Северо-Кавказского бассейнов.

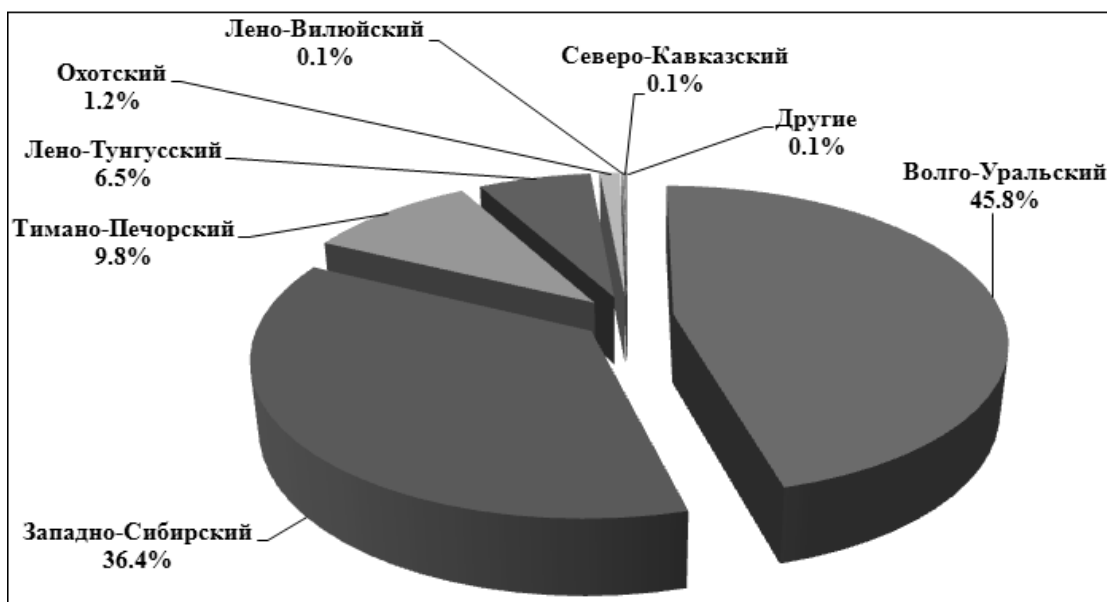


Рисунок 4 – Распределение запасов смолистых нефтей по нефтегазоносным бассейнам России

Рассмотрим распределение месторождений по объемам запасов смолистой нефти. Общий объем запасов в уникальных месторождениях рассматриваемых НГБ составляет около 76 % российских запасов СН. Как отмечено выше, основные запасы СН в России сосредоточены в ВУНГБ, ЗСНГБ и ТПНГБ. На территории Волго-Уральского бассейна 305 месторождений содержат смолистые нефти, что составляет 39 % месторождений бассейна (776), представленных в БД. Следовательно, каждое третье месторождение характеризуется высоким содержанием смол в нефти. Из них выделяются 218 месторождений, в которых среднее содержание смол в нефти превышает пороговое значение 13 %. Установлено, что наибольшими запасами обладают месторождения Татарстана (Ромашкинское, Новоелховское, Степноозерское, Бавлинское, Новошешминское, Архангельское, Нурлатское и др.), Удмуртии (Вятское, Гремихинское, Чутырско-Киенгопское, Мишкинское и др.), Башкортостана (Новоказинское, Арланское, Николоберезовское, Юсуповское) и Пермского края (Чайкинское, Осинское, Павловское, Москудьинское). Наиболее смолистыми в среднем являются нефти месторождений Татарстана, при этом особо выделяются Беркет-Ключевское, Екатериновское, Иглайкинское, Новосуксинское и Салаушское месторождения.

На территории ЗСНГБ наибольшими запасами СН обладают Ван-Еганское, Самотлорское, Мамонтовское, Северо-Комсомольское, Русское и Федоровское месторождения. Основой для этого вывода послужила информация из БД о западно-сибирских СН общим объемом 134 образцов из 62 месторождений с СН, представляющих около 8 % месторождений этого бассейна (795). Месторождения с СН размещены в основном в центральной части Западно-Сибирского бассейна. Более половины месторождений расположено в Ханты-Мансийском АО, а четвертая часть – в Тюменской области. Выявлено 17 месторождений, в которых среднее содержание смол в нефти превышает значение 13 %, самыми смолистыми являются нефти месторождений Олень в Томской области, Северо-Сургутского, Аяунского и Ереминского – в Тюменской области и Ханты-Мансийском АО.

В Тимано-Печорском бассейне находится около 10 % общероссийских запасов СН. Нефти уникальных по своим запасам тимано-печорских месторождений Усинское и Ярегское отличаются высоким содержанием смол. Всего на территории бассейна выделяются 25 месторождения с СН, что составляет 1/5 общего количества тимано-печорских месторождений (130). Месторождения с СН размещены в основном в южной и восточной частях бассейна. В республике Коми и Ненецком АО почти равное количество месторождений с СН – 11 и 13 месторождений соответственно. Выявлено, что в 19 месторождениях среднее содержание смол в нефти превышает значение 13 %. По среднему содержанию смол наиболее смолистой оказалась нефть из Ярегского, Сидоровского, Гансберговского, Южно-Торавейского, Лемъюского и Нибельского месторождений.

### 3. Распределение смолистых нефтей по глубине залегания

Анализ распределения смолистых нефтей в зависимости от глубины залегания основывался на исследовании 1222 образцов СН с известной глубиной. В таблице 2 показано распределение СН по глубине их залегания. По данным таблицы 2 видно, что наибольшее количество залежей с СН (57 %) находится в пластах на глубине от 1 до 2 км, на глубинах до 1 км залегает 22 % всех залежей, а на глубинах более 4 км количество ТН очень мало – менее 1 %. Соответственно и количество месторождений наибольшее на глубине 1 – 2 км – примерно 47 %. Глубокозалегавшие нефти (более 4000 м) характерны для месторождений с СН Азербайджана, Казахстана и Канады, ниже 6000 м залегают смолистые нефти месторождения Медисин-Ривер Западно-Канадского бассейна (Канада). Распределение запасов СН отличается от распределения по глубине образцов СН и месторождений с ними – больше всего запасов смолистых нефтей (почти 70 %) сосредоточено на малых глубинах (до 1 км), пятая часть запасов залегает на глубинах от 1 до 2 км. Следовательно, большинство запасов (91 %) находятся на малых и средних глубинах (до 2 км).

Таблица 2 – Частота встречаемости залежей со смолистыми нефтями по глубине

Глубина залегания, м	Количество образцов	Количество месторождений	Запасы, % мировых запасов
0-1000	267	123	69,23
1000 – 2000	692	246	22,23
2000 – 3000	188	115	7,17
3000 – 4000	58	34	1,37
4000 – 5000	8	5	Нет данных
5000 – 6000	1	1	Нет данных
6000 – 7000	1	1	0,008
ВСЕГО	1215	525	100%

Основная часть СН России (около 67 %) залегает на глубине от 1000 до 2000 м (рисунок 5, а), как и в случае с мировыми тяжелыми нефтями (таблица 2), в основном из Волго-Уральского бассейна. Как видно из рисунка 5, а, наименьшее количество залежей смолистых нефтей в России находится на глубинах ниже 3000 м в следующих месторождениях: Екатериновское, Ефимовское, Колганское и Северо-Копанское в ВУНГБ, Козлаюское, Северо-Сарамбейское и Усинское в ТПНГБ, Бадаранское и Средне-Виллюйское в Лено-Виллюйском бассейне.

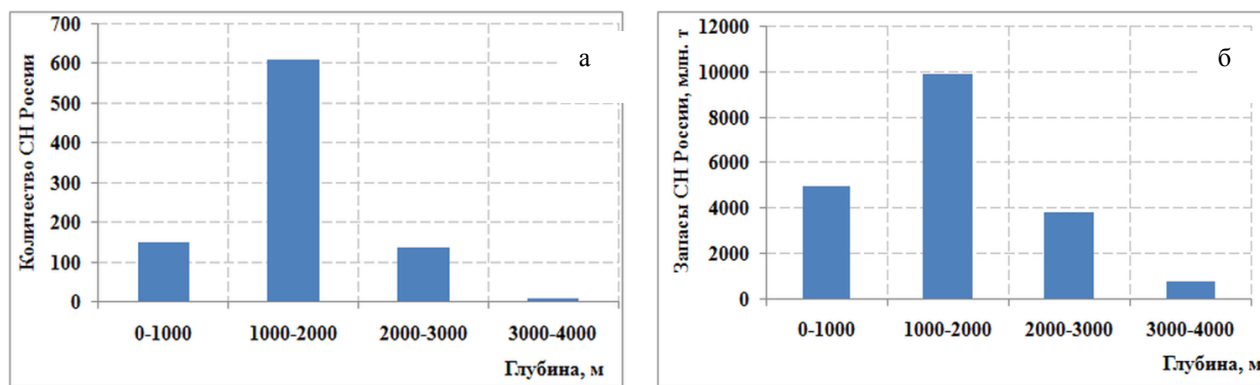


Рисунок 5 – Распределение смолистых нефтей России (а) и их запасов (б) по глубине залегания

Распределение запасов СН России значительно отличается от аналогичного распределения запасов средне-мировых смолистых нефтей в таблице 2, а именно – максимальные запасы (более 51 % запасов СН России) сосредоточены в отложениях, залегающих в интервале глубин 1000 – 2000 м (рисунок 5, б). Отличаются запасы СН отложения следующих уникальных месторождений: Ромашкинское, Новоелховское, Чайкинское и Арланское в ВУНГБ, Самотлорское и Северо-Комсомольское в ЗСНГБ, в Тимано-Печорском бассейне – это Усинское месторождение. Доля запасов на малых глубинах (0–1000 м) равна 25 % российских запасов СН, ниже 2000 м запасы уменьшаются (аналогично изменению запасов в таблице 2), доля запасов в сумме составила 23 %, в основном из уникальных месторождений Самотлорское, Мамонтовское и Федоровское (ЗСНГБ), Усинское (ТПНГБ) и Юрубчено-Тохомское (Лено-Тунгусский бассейн), из крупных месторождений – Новопортовское, Фестивальное, Быстринское, Мало-Балыкское, Усть-Балыкское (ЗСНГБ), Каюмбинское и Иреляхское (Лено-Тунгусский бассейн), Оренбургское и Павловское Волго-Уральского НГБ и Наульского Тимано-Печорского НГБ.

Рассмотрим закономерности распределения СН по глубине для ВУНГБ, ЗСНГБ и ТПНГБ. Установлено, что в ВУНГБ распределение следующее – более 9 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – большинство смолистых нефтей в количестве 77,7 %, аналогично распределение СН в Тимано-Печорском бассейне, а именно – более 23 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – 62 %. В Западно-Сибирском бассейне картина распределения СН совсем иная – более 76 % находится на глубине ниже 2000 м, от 1000 м до 2000 м – их всего 14,5 %

#### **4. Распределение смолистых нефтей в зависимости от их возраста**

Анализ изменений распределения смолистых нефтей от геологического возраста нефтевмещающих пород основывался на исследовании 1512 образцов СН с известным возрастом. Распределение фактического материала по геологическим эратемам (кайнозойская, мезозойская, палеозойская и протерозойская) и стратиграфическим подразделениям приведено на рисунок 6. Как видно из рисунка 6, а, наиболее обширный материал относится к палеозою – 63 % образцов смолистых нефтей, наибольшая часть которых относится к Волго-Уральскому, Лено-Тунгусскому, Тимано-Печорскому и Днепровско-Припятскому бассейнам. Примерно равное количество СН залегает в отложениях кайно-

зоя и мезозоя (15 и 18 % соответственно), а в протерозойских отложениях СН меньше 2,4 %, в основном это российские СН из Лено-Тунгусского бассейна.

Как видно из рисунка 6, б, наибольшие запасы смолистых нефтей сосредоточены в мезозойских пластах – 81 % запасов СН, уникальными месторождениями с мезозойской смолистой нефтью являются Атабаска (Канада), Самотлорское, Ван-Еганское, Мамонтовское, Русское и Федоровское (Россия), Реформа (Куба), Узень и Каламкас (Казахстан). В протерозойских и кайнозойских породах запасы СН практически одинаковы – 1,1 и 1,3 % соответственно. Запасы палеозойских смолистых нефтей составляют более 16 % запасов СН, уникальным месторождением с палеозойской смолистой нефтью являются Чайкинское, Ромашинское, Арланское и Новоелховское месторождения ВУНГБ и Усинское и Ярегское месторождения ТПНГБ.

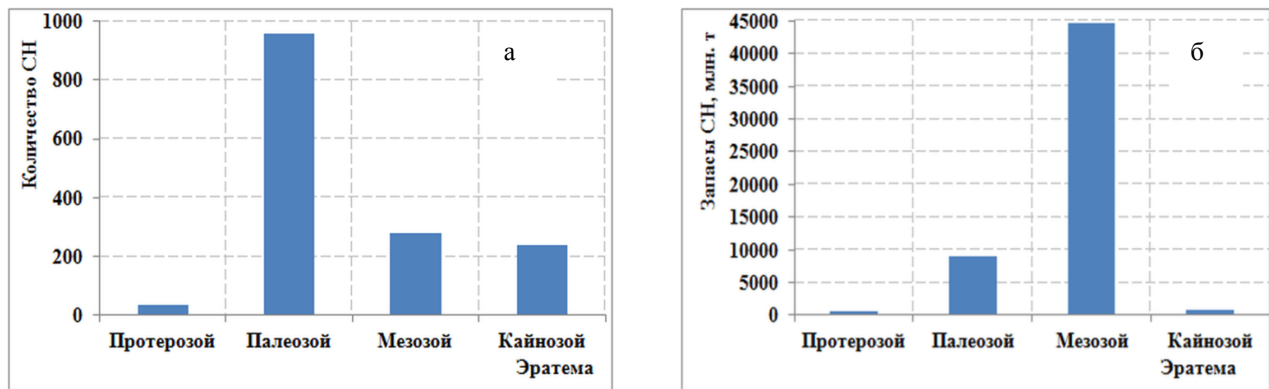


Рисунок 6 – Распределение средне-мировых смолистых нефтей (а) и их запасов (б) по возрасту пород

В таблице 3 показано распределение смолистых нефтей по стратиграфическим отделам. Приведенные данные свидетельствуют о том, что наибольшее количество залежей с СН находится в отложениях каменноугольного периода (37,3 %), а в отложениях мелового возраста содержится примерно 10 %, в неогене, палеогене и юре находится практическое одинаковое количество СН. Меньше всего смолистых нефтей обнаруживается в силуре, триасе и венде. Соответственно этому в отложениях каменноугольного возраста месторождений с СН больше всего (31 %), а в силуре, триасе и венде – меньше всего (менее 3 %). Распределение запасов смолистых нефтей имеет другое распределение. Так, максимальные запасы сосредоточены в меловых пластах (более 70 %), далее отличаются запасами СН отложения каменноугольного, юрского и девонского возраста (от 5 до 13 %).

Анализ распределения российских смолистых нефтей, который был проведен на основе информации о 1113 образцов СН России, показал (рисунок 7, а), что палеозойские смолистые нефти также являются наиболее представительными, как для обще-мировых смолистых нефтей на рисунке 6, а, и составляют более 82 % от общего количества российских смолистых нефтей. Однако, доля палеозойских СН России (рисунок 7, а) по сравнению со средне-мировыми СН (рисунок 6, а) сравнительно выше, а доли кайнозойских и мезозойских российских смолистых нефтей значительно ниже (более 5 и 8 % соответственно) по сравнению с количеством СН мира (рисунок 6, а).

Таблица 3 – Распределение числа залежей со смолистыми нефтями и объемы их запасов в зависимости от возраста

Возраст, обозначение	Количество образцов в БД	Количество месторождений	Запасы, % мировых запасов
Неогеновая, Ng	118	51	0,93
Палеогеновая, Pg	115	57	0,22
Меловая, K	151	75	70,00
Юрская, J	111	51	4,98
Триасовая, T	20	14	0,51
Пермская, P	73	48	2,03
Силурская, S	5	5	0,06
Ордовикская, O	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Каменноугольная, C	563	194	13,36
Девонская, D	263	102	6,29
Кембрийская, E	56	16	0,69
Вендская, V	36	13	0,95
ВСЕГО	1511	626	100%

Как видно из рисунка 7, б, запасы российских СН распределились в основном в палеозойских и мезозойских породах (62 и 32 % соответственно), совсем незначительная доля запасов СН находится в кайнозое и протерозое (1 и 4 % соответственно).

Наиболее представительными по количеству образцов российских смолистых нефтей оказываются нефти каменноугольного стратиграфического отдела (таблица 4), для которого объем информации равен 49,6 % от общего количества СН России, далее в девонских отложениях находится значительное количество смолистых нефтей – 22 %, что соответствует данным таблицы 3. Меньше всего смолистых нефтей обнаруживается в силуре и триасе. Объемы запасов СН в отложениях каменноугольного возраста максимальны и составляют около 2/5 запасов СН России, крупные и уникальные месторождения этого возраста в основном относятся к Волго-Уральскому бассейну. Следующие позиции по объемам запасов занимают месторождения из меловых и девонских отложений.

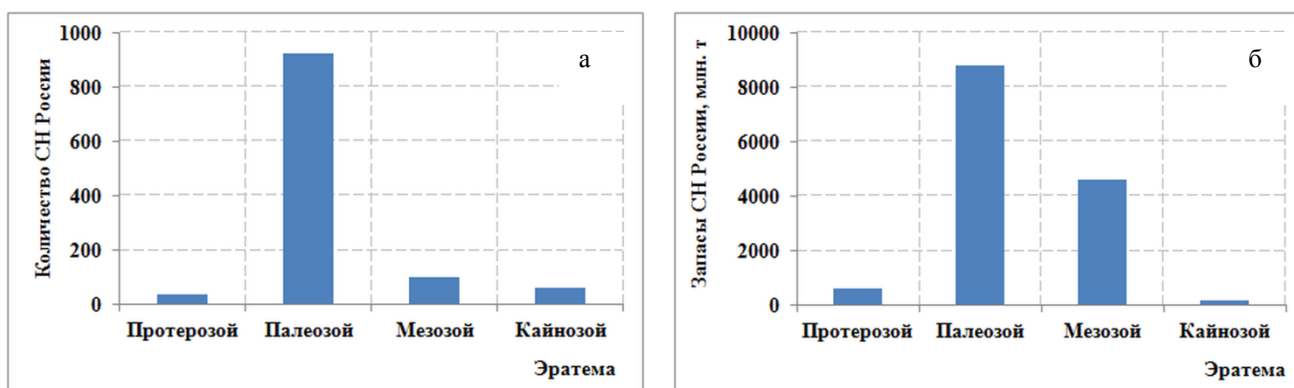


Рисунок 7 – Распределение российских смолистых нефтей (а) и их запасов (б) по возрасту пород

Как видно из рисунка 7, б, запасы российских СН распределились в основном в палеозойских и мезозойских породах (62 и 32 % соответственно), совсем незначительная доля запасов СН находится в кайнозое и протерозое (1 и 4 % соответственно).

Таблица 4 – Распределение числа залежей со смолистыми российскими нефтями и объемы их запасов в зависимости от возраста

Возраст, обозначение	Количество образцов в БД	Количество месторождений	Запасы, % мировых запасов
Неогеновая, Ng	35	13	0,92
Палеогеновая, Pg	25	15	0,02
Меловая, К	71	33	23,49
Юрская, J	21	18	2,45
Триасовая, Т	6	6	0,29
Пермская, Р	64	40	6,44
Силурская, S	3	3	0,19
Ордовикская, О	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Каменноугольная, С	555	190	41,04
Девонская, D	246	90	19,96
Кембрийская, Е	56	16	2,18
Вендская, V	36	13	3,02
ВСЕГО	1118	437	100%

Наиболее представительными по количеству образцов российских смолистых нефтей оказываются нефти каменноугольного стратиграфического отдела (таблицы 4), для которого объем информации равен 49,6 % от общего количества СН России, далее в девонских отложениях находится значительное количество смолистых нефтей – 22 %, что соответствует данным таблицы 3. Меньше всего смолистых нефтей обнаруживается в силуре и триасе. Объемы запасов СН в отложениях каменноугольного возраста максимальны и составляют около 2/5 запасов СН России, крупные и уникальные месторождения этого возраста в основном относятся к Волго-Уральскому бассейну. Следующие позиции по объемам запасов занимают месторождения из меловых и девонских отложений.

### ***5. Изменения физико-химических свойств смолистых нефтей в зависимости от их географического положения***

Проведем сравнительный анализ физико-химических свойств СН на нефтеносных территориях континентов и отдельно России. В таблице 5 представлена информация о средних значениях физико-химических характеристик СН, пластовых температуры и давления. Как видно из этой таблицы, СН различаются по вязкости: в России смолистая нефть относится к подклассу вязкой нефти «с повышенной вязкостью», с других территорий мира – к классу «средневязкая», для российских СН вязкость больше почти в 2 раз. Смолистые нефти по плотности практически не изменяются и относятся к классу «со средней плотностью».

Рассмотрим различия СН в зависимости от их химического состава. По содержанию серы СН, как России, так других нефтеносных территорий относятся к типу «сернистой» (от 1 до 3 %), однако российские СН более сернистые. Установлено, что для российских СН характерно меньше содержание парафинов (почти в 2 раза), смол, асфальтенов и пластовых газов (более в 2 раза). В общем смолистые нефти по концентрации асфальтенов относятся к типу среднеасфальтеновых (3÷10 %) и к классу смолистых подкласса «высокосмолистые» (20÷30 %). В целом для СН рассматриваемых регионов характерна низкая насыщенность нефтяным газом, что также является критерием отнесения СН к трудно-

извлекаемым нефтям. Как видно из таблицы 5, российские вязкие нефти находятся в пластах с меньшим значением пластовых температуры и давления.

Таблица 5 – Физико-химические свойства мировых и российских смолистых нефтей

Физико-химические показатели	Средне-мировые смолистые нефти (кроме России)		Смолистые нефти России	
	Среднее значение	Объем выборки	Среднее значение	Объем вы-борки
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,8496	549	0,8498	1477
Вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	27,34	256	43,37	631
Содержание серы, %	1,36	432	2,34	1248
Содержание парафинов, %	7,16	376	3,84	1029
Содержание смол, %	22,34	549	21,54	1477
Содержание асфальтенов, %	6,62	466	5,30	1421
Газосодержание в нефти, м <sup>3</sup> /т	82,19	96	31,29	308
Термобарические условия залегания				
Температура пласта, °С	59,00	171	33,25	390
Пластовое давление, МПа	17,23	156	16,30	399

#### **6. Физико-химические свойства смолистых нефтей основных бассейнов России**

В таблице 6 приведена общая характеристика информации из БД о физико-химических свойствах смолистых нефтей на территории Западно-Сибирского, Волго-Уральского и Тимано-Печорского бассейнов. Заметим, что доверительные интервалы в таблице 6 определены для вероятности 95 %. На территориях рассматриваемых бассейнов смолистые нефти отличаются по своим физическим и химическим свойствам. Анализ данных таблицы 6 показал, что наименьшее содержание смол имеют смолистые нефти ЗСНГБ. Установлено также, что они наименее тяжелые, но более вязкие по сравнению с нефтями Волго-Уральского и Тимано-Печорского бассейнов [1-5].

Западно-сибирские СН имеют наименьшее содержание серы, смол и асфальтенов, а волго-уральские нефти – наибольшее их содержание. По содержанию парафинов, наоборот: содержание парафинов в смолистой нефти ЗСНГБ является самым большим, а у тимано-печорских нефтей – самое низкое. Выявлено, что СН Западно-Сибирского бассейна отличаются от волго-уральских и тимано-печорских СН увеличенным содержанием фракций н.к. 300 и 350 °С и газа в нефти, но меньшей коксуемостью. Следовательно, чем меньше смол в нефти (на примере западно-сибирских СН), тем меньшую плотность и коксуемость, меньшую концентрацию серы, асфальтенов, но большую вязкость, содержание дизельных фракций, твердых парафинов и газа имеют эти нефти.

Тимано-печорские СН отличаются от волго-уральских и западно-сибирских смолистых нефтей тем, что имеют наименьшее содержание фракций н.к. 200, 300 и 350 °С, газа в нефти и характеризуются высокой коксуемостью. В частности, содержание фракции н.к. 350 °С в тимано-печорской смолистой нефти меньше на 30 % ее содержания в нефтях ЗСНГБ.

Как видно из таблицы 6, особенностью волго-уральских СН является то, что содержание серы и асфальтенов в них практически в 2 раза выше их содержания в СН Западно-Сибирского бассейна и залегают данные нефти в пластах с пониженной температурой и давлением.



Таблица 6 – Физико-химические свойства смолистых нефтей основных бассейнов России

Показатели	Смолистые нефти ВУНГБ			Смолистые нефти ЗСНГБ			Смолистые нефти ТПНГБ		
	Объем выборки	Среднее значение	Доверительный интервал	Объем выборки	Среднее значение	Доверительный интервал	Объем выборки	Среднее значение	Доверительный интервал
<b>Физические показатели</b>									
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1104	0,8500	0,002	134	0,8474	0,005	67	0,8497	0,012
Вязкость, мм <sup>2</sup> /с	467	33,66	13,22	56	185,13	15,31	30	11,24	1953,31
<b>Содержание химических компонентов</b>									
Сера, мас. %	977	2,69	0,07	109	1,34	0,09	42	1,56	0,23
Парафины, мас. %	781	4,12	0,11	117	4,17	0,94	30	1,87	1,01
Смоли, мас. %	1104	21,80	0,51	134	17,70	0,88	67	21,85	2,42
Асфальтены, мас. %	1067	5,66	0,25	129	2,93	0,39	63	4,94	0,81
Фракция н.к. 200 °С, мас. %	290	18,46	0,94	27	17,12	2,32	7	10,48	8,77
Фракция н.к. 300 °С, мас. %	181	33,42	1,08	26	33,99	3,49	4	23,5	18,77
Фракция н.к. 350 °С, мас. %	229	35,07	1,41	24	42,58	6,11	5	28,00	14,60
Газосодержание в нефти, м <sup>3</sup> /т	279	29,37	3,36	19	45,13	4,99	3	18,63	0,39
Коксуемость, мас. %	519	7,00	0,20	23	5,32	0,64	4	8,53	3,46
<b>Термобарические условия залегания</b>									
Температура пласта, °С	28,81			65,55			31,11		
Пластовое давление, МПа	14,95			27,69			20,48		

Проведенный сравнительный анализ физико-химических свойств российских смолистых нефтей показал, что эти нефти в среднем являются со средней плотностью (0,84÷0,88 г/см<sup>3</sup>), сернистыми (1÷3 %), среднепарафинистыми (1,5÷6 %), асфальтенистыми (3÷10 %), имеют сравнительно низкое содержание фракции н.к. 200 °С (менее 20 %) и среднее содержание фракции н.к. 300 °С (от 25 до 50 %).

### **7. Изменения физико-химических свойств смолистых нефтей мира в зависимости от глубины залегания**

Рассмотрим далее зависимость плотности и вязкости, содержания парафинов и смол в СН от глубины залегания. На рисунке 8 приведены графические зависимости средней плотности (рисунок 8, а) и вязкости (рисунок 8, б) смолистых нефтей мира от глубины залегания. Ромбами показаны на графиках значения плотности и вязкости, усредненные в указанном интервале значений глубины залегания. Как видно из рисунка 8, с ростом глубины залегания до 6000 м наблюдается не очень четкая тенденция уменьшения в среднем плотности и вязкости нефтей – плотность изменяется от значения 0,85 до 0,84 г/см<sup>3</sup>, что соответствует классу «нефть со средней плотностью» (рисунок 8, а), вязкость изменяется от значения 11,88 до 8,87 мм<sup>2</sup>/с, что соответствует классам «маловязкой» и «средневязкой» нефти (рисунок 8, б). Данные тенденции сохраняются и для российских СН. Следует заметить, что значения плотности и вязкости российских

смолистых нефтей в среднем имеют незначительные отличия от значений плотности и вязкости средне-мировых СН на соответствующих глубинах.

На рисунках 8, в и 8, г представлены изменения содержания парафинов и смол в СН, имеющие противоположные направленности, а именно, содержание парафинов растет с ростом глубины залегания (примерно в 3 раза), нефть из среднепарафинистых на малых глубинах переходит в класс «умеренно парафинистых» (6÷10 %). Содержание смол наоборот падает с ростом глубины залегания (примерно в 2 раза) – смолистая нефть из класса «высокосмолистой» перешла в класс «умеренно смолистой» на глубине 6000 – 7000 м.

Следует отметить, что такие тенденции сохраняются и для российских СН - содержание парафинов увеличивается от 2,5 % на малой глубине (0 – 1000 м) до 7,9 % в интервале перфорации 3000 – 4000 м, а содержание смол уменьшается с ростом глубины залегания – от 26 до 17 % на соответствующих глубинах.

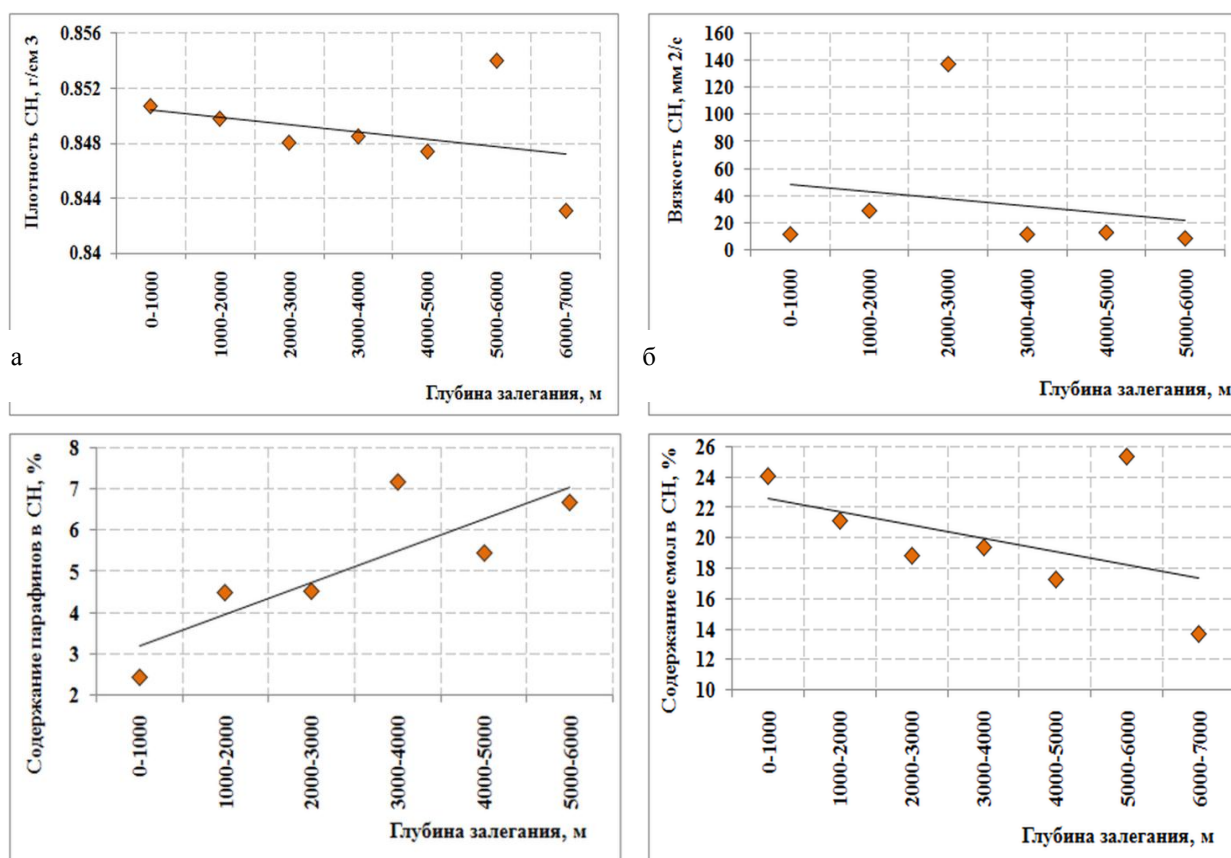


Рисунок 8 – Изменение плотности (а), вязкости (б), содержания парафинов (в) и смол (г) в смолистых нефтях мира в зависимости от глубины залегания

### 8. Изменения свойств смолистых нефтей в зависимости от возраста

Рассмотрим изменения вязкости, плотности, содержания парафинов и смол смолистых нефтей континентов в зависимости от геологического возраста. Графики представлены на рисунке 9, из которых можно сделать следующие выводы, что вязкость нефтей в среднем увеличивается с уменьшением возраста пород, так в мезозое в среднем наблюдаются высокие значения вязкости, ее значение увеличивается практически в 16 раз по

сравнению с вязкостью в протерозойских отложениях (рисунок 9, а). Зависимость изменения плотности в СН от возраста пород практически не проявляется, т.к. плотность изменяется практически в узком диапазоне от значения 0,85 до 0,84 г/см<sup>3</sup>, что соответствует классу «нефть со средней плотностью» (рисунок 9, б). Как видно из рисунков 9, в и 9, г, в изменении содержания парафинов наблюдается тенденция к увеличению его концентрации почти в 4 раза. Обратная тенденция, а именно уменьшение в среднем значения содержания при уменьшении возраста отложений, может быть отмечена на графике изменения содержания смол (рисунок 9, г) показано, что их концентрация меняется в пределах одного класса «высокосмолистая» и явной зависимости не проявляется. Следовательно, в более древних отложениях смолистые нефти в среднем наименее вязкие и с меньшим содержанием парафинов.

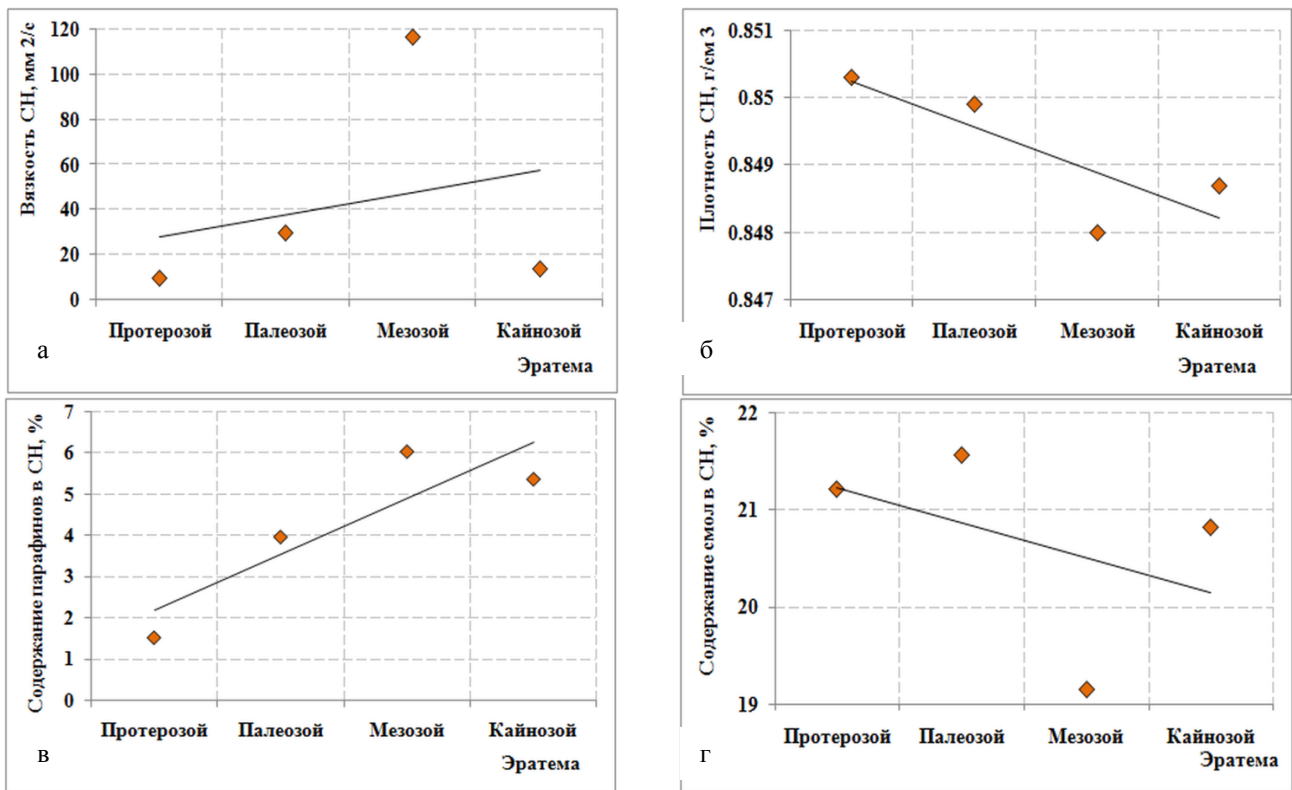


Рисунок 9 – Зависимость вязкости (а), плотности (б), содержания парафинов (в) и смол (г) от возраста пород в смолистых нефтях мира

### Заключение

В статье рассматриваются результаты комплексных исследований особенностей изменения физико-химических свойств смолистых нефтей в зависимости от географии размещения, глубины залегания и возраста пород. Установлены пространственные закономерности их распределения на территории континентов и отдельных стран, нефтегазоносных бассейнов и месторождений. Важность этих исследований определяется вовлечением в последние годы в разработку месторождений смолистых нефтей как одного из видов трудноизвлекаемых нефтей и увеличением доли их добычи в связи с сокращением мировых запасов легкодоступных нефтей.

Анализ распределения запасов смолистых нефтей в основных российских нефтегазовых бассейнах (Волго-Уральском, Западно-Сибирском и Тимано-Печорском) показал, что Волго-Уральский бассейн обладает наибольшими запасами смолистой нефти (47 % российских запасов). Запасы смолистых нефтей в указанных бассейнах составляют почти 92 % российских запасов этих нефтей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фахретдинов П.С., Борисов Д.Н., Романов Г.В. Новые регуляторы реологических свойств высокосмолистых нефтей // Нефтегазовое дело. – 2007. – 2. – [http://www.ogbus.ru/authors/Fahretdinov/Fahretdinov\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Fahretdinov/Fahretdinov_1.pdf)
2. Малыхин В.И., Тахаутдинов Р.Ш., Якубов М.Р. Совершенствование методов и технологий обработки приобойной зоны и повышения нефтеотдачи пластов малоэффективных месторождений с высоковязкой нефтью // Экспозиция Нефть Газ. – 2010. – № 1/Н (07). – С. 36-37.
3. Polichtchouk Yu.M., Yashchenko I.G. Regular Variations in Resin and Asphaltene Contents in Eurasian Oils // Russian Geology and Geophysics. – Vol. 44. – No. 7, 2003. – P. 665-672.
4. Яценко И.Г., Полищук Ю.М. География высокосмолистых нефтей и особенности их физико-химических свойств // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 1. Науки о Земле. – С. 99 – 102.
5. Яценко И.Г. Распределение запасов высокосмолистой нефти // Горные ведомости. – 2010. – № 9. – С. 12 – 23.

УДК 620.193.004.2

*В.И. Хижняков, А.В. Жилин*

#### **ЗАРОЖДЕНИЕ И РОСТ ТРЕЩИН НА КАТОДНОЗАЩИЩАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПЕРЕЗАЩИТЕ**

Эксплуатационная надежность магистральных газонефтепроводов в процессе длительной эксплуатации контролируется механическими напряжениями в стенке трубы, обусловленными, в основном, рабочим давлением нефти (газа), – с одной стороны, с другой – коррозионным воздействием окружающего грунта и электрохимическими процессами, протекающими в сквозных дефектах изоляций под воздействием тока катодной защиты. Механические напряжения в стенке трубопровода повышают механохимическую активацию трубной стали в сквозных дефектах изоляции (эффект Ребиндера), облегчают протекание электрохимических процессов на границе «труба – земля» как в отсутствии тока катодной защиты, так и при его наличии. В наибольшей степени эффект Ребиндера проявляется в области высокий остаточных напряжений в стенке трубы,

в области кольцевых и продольных сварных швов, в области концентраторов напряжений, ослабляя межатомные связи в местах скопления деформаций, которые разряжаются на внешней поверхности трубопровода, образуя коррозионные дефекты при отсутствии тока катодной защиты и дефекты типа «водородный надрез» при катодной перезащите, когда плотность тока катодной защиты ( $j_{к.з.}$ ) существенно, в десятки раз превышает плотность предельного тока по кислороду ( $j_{np}$ ) и на катоднозащищаемой поверхности трубопровода идет интенсивное выделение водорода [1]. Проникновение (окклюзия) водорода в стенку трубы начинается с адсорбции его гидратированных ионов на катоднозащищаемой поверхности трубопровода, далее процесс окклюзии определяется диффузией ионов водорода (протонов) в стенку трубы, снижая когезионную прочность трубной стали в местах преимущественного скопления дислокаций вблизи внешней катоднозащищаемой поверхности трубопровода. Механические напряжения в стенке трубы усиливают проницаемость водорода, причем тем интенсивнее, чем выше прочностные характеристики трубной стали. Прочность напряженно-деформированных трубопроводов во многом зависит от состояния приповерхностного слоя катоднозащищаемой поверхности, в котором происходит зарождение дефектов типа «водородный надрез» при перезащите и коррозионные дефекты под воздействием окружающего грунта в отсутствие тока катодной защиты. В приповерхностном слое (по нашим данным толщиной 0,3...0,5 мм) в основном задерживаются дислокации перед их выходом (разрядкой) на катоднозащищаемой поверхности.

Экспериментально установлено, что когда плотность тока катодной защиты превышает плотность предельного тока по кислороду в 3...8 раз, скорость остаточной коррозии трубной стали 17ГС не превышает 0,005...0,01 мм/год при практическом отсутствии ее катодного наводороживания [2]. Дальнейшее увеличение отношения  $j_{к.з.}/j_{np}$  не оказывает заметного влияния на подавление коррозии, но приводит к интенсивному выделению водорода на катоднозащищаемой поверхности (КЗП). Водород вблизи катоднозащищаемой поверхности трубопровода разрыхляет структуру стали (эффект Ребиндера), увеличивает ее чувствительность к образованию стресс-коррозионных трещин [3,4]. В качестве основной причины образования и роста трещин на внешней катоднозащищаемой поверхности трубопроводов большого диаметра под воздействием давления в трубе

$P_{раб}$  и катодного водорода целесообразно принять концепцию коэффициента интенсивности напряжений  $K_I$ . Действительно, для образования водородного надреза на катоднозащищаемой поверхности трубопровода под воздействием кольцевых растягивающих напряжений: 
$$\sigma_{кол} = \frac{P_{раб} D_{mp}}{2\delta}$$
, где  $D_{mp}$  – диаметр трубы;  $\delta$  – толщина стенки трубы, необходимо наличие вблизи катоднозащищаемой поверхности определенного количества водорода в некоторых локализованных микрообъемах стенки трубы (вблизи микротрещин). На начальном этапе эксплуатации трубопровода перед вершиной микротрещины не содержится необходимого количества водорода, которое накапливается там по истечению некоторого инкубационного периода в процессе установления равновесного состояния в системе трубная сталь – водород на КЗП. Зарождение и рост трещин на КЗП при перезащите контролируется не столько свойствами трубной стали, сколько особенностями переноса и накопления водорода от внешней поверхности трубы к локальным областям

(микротрещинам) вблизи КЗП. Когда  $K_I \leq K_{lsc}$ , где  $K_{lsc}$  – пороговый коэффициент интенсивности напряжений при коррозии под напряжением, процесс электролитического наводороживания в системе сталь – водород не обеспечивают условия начала развития микротрещины. Когда  $K_{lsc} < K_I < K_{lch}$ , где  $K_{lch}$  – критический коэффициент интенсивности напряжений в условиях водородного охрупчивания трубной стали, микротрещина начинает ступенчато подрастать. При этом рост микротрещины вблизи КЗП тормозится переносом водорода от КЗП к очагу предразрушения. И когда  $K_I \geq K_{lch}$  – содержание водорода в зоне предразрушения достигает критической величины и процесс роста трещины осуществляется за счет давления в трубе.

Механизм проникновения водорода в сталь при перезащите связан с существованием на КЗП двух форм хемосорбированного водорода, находящихся в равновесии:  $H_{ads}^r \leftrightarrow H_{abs}^s$ , где  $H_{ads}^r$  – располагается над атомом металла кристаллической решетки на расстоянии порядка 0,1 нм;  $H_{abs}^s$  – располагается внутри кристаллической решетки на глубине порядка 0,05 нм и представляет собой растворенный в стали протон и электрон в зоне проводимости (Д. Хориути). Перемещение протона от КЗП в стенку трубы, подобно эффекту «туннелирования» заряда (В.В. Притула), при котором вакансии отрицательного заряда протона попеременно заполняется ближайшим свободным электроном. Очаг предразрушения находится практически повсеместно вблизи КЗП, на глубине 0,3...0,5 мм, там, где концентрация водорода максимальна. Выделим наиболее опасный макродефект в области критической зоны образования очага предразрушения вблизи КЗП трубопровода (рисунок 1).

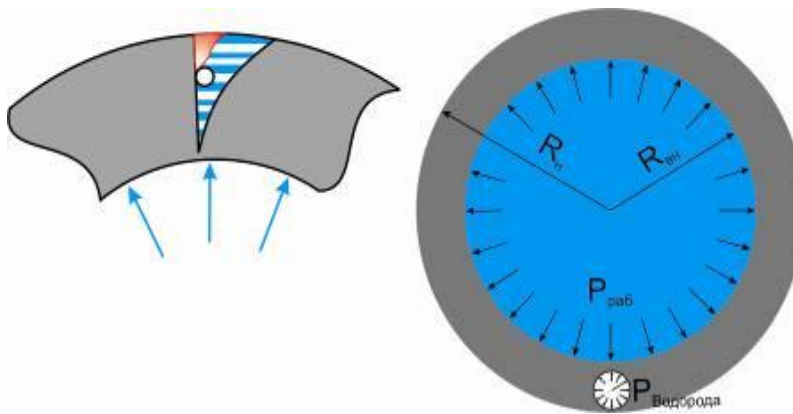


Рисунок 1 – Макродефект в области критической зоны образования «водородного надреза»

Эквивалентные напряжения, а значит и прочность трубопровода, в основном определяются кольцевыми растягивающими напряжениями. Для образования «водородного надреза» вблизи КЗП длиной  $l$  давление водорода в микротрещине ( $P_{H_2}$ ) должно превысить значение:  $P_{H_2} \geq F_{H_2} / S_w$ , где  $F_{H_2}$  – разрывающая сила от давления водорода в микротрещине  $S_w = 4\pi r^2 = 0,0314 \text{ см}^2$ . Разрывающая сила ( $F_{раз}$ ) равна произведению пре-

дела прочности трубной стали ( $\sigma_s$ ) на площадь разрыва:  $F_{раз} = \sigma_s S_{раз}$ , где  $S_{раз} = h \cdot l = 0.0047 \text{ см}^2$ ;  $h = 0,3$  мм – расстояние от внешней поверхности стенки трубы, где содержится наибольшая концентрация водорода и где наиболее вероятно зарождение стресс-коррозионных трещин;  $l = 2\pi r / 2$  – длина разрыва ( $r = 0,5$  мм – радиус поры, где накапливается водород). Разрывающая сила представляет собой сумму разрывающих сил от давления водорода в поре и от рабочего давления в трубопроводе:  $F_{разр} = F_{раб} + F_{H_2} = const$ , где  $F_{раб} = \sigma_\phi \cdot S_{раз}$ .

В таблице 1 представлены расчетно-экспериментальные результаты по влиянию режимов катодной перезащиты на время накопления критического давления водорода в зоне предразрушения трубопровода  $D_y$  1220 мм с учетом рабочего давления в трубопроводе. Из представленной таблицы 1 видно, что при отсутствии давления в трубопроводе давление водорода в микропоре для образования «водородного надреза» должно достигнуть 763,376 атм. При рабочем давлении в трубопроводе, например, 6,0 МПа, давление водорода в микротрещине при образовании водородного надреза должно достигнуть уже 390,6 МПа, что существенно снижает длительность инкубационного периода.

Природа инкубационного периода различна, но при перезащите инкубационный период преимущественно определяется временем, необходимым для проникновения катодного водорода в стенку трубы и его диффузии в зону предразрушения. При этом доминирующим является водородное охрупчивание со стороны внешней катоднозащищаемой поверхности. Прямым подтверждением сказанного является факт повсеместного хрупкого излома вблизи внешней катоднозащищаемой поверхности с последующим вязким доломом при продвижении от наружной стенки трубы к внутренней (рисунок 2). [5]

Таблица 1 – Зависимость инкубационного периода образования стресс-коррозионных трещин от режима катодной защиты и напряжений в стенке трубопровода, создаваемых давлением транспортируемого продукта (Патент РФ № 2341589)

Степень превышения плотности тока катодной защиты над плотностью предельного тока по кислороду					$10 \leq \frac{j_{к.з.}}{j_{нр}} < 50$	$50 \leq \frac{j_{к.з.}}{j_{нр}} < 100$	$\frac{j_{к.з.}}{j_{нр}} \geq 100$
Увеличение давления водорода в микропоре вблизи катодно защищаемой поверхности, атм/сут					0,02	0,05	0,07
$P_{раб}$ , МПа	$\sigma_{раб}$ , МПа	$F_{раб}$ , кгс	$F_{H_2}$ , кгс	$P_{H_2}$ , атм	Инкубационный период (время для накопления критического давления водорода в зоне предразрушения), годы		
0	0	0	23,97	763,37	104,57	41,83	29,88
1	41,5	1,951	22,02	701,27	96,06	38,43	27,45
2	83	3,901	20,06	639,14	87,55	35,02	25,02
3	124,5	5,852	18,11	577,03	79,04	31,62	22,58
4	166	7,802	16,16	514,90	70,54	28,21	20,15
5	207	9,753	14,21	452,803	62,03	24,81	17,72
6	249	11,70	12,26	390,66	53,52	21,41	15,29
7	290,0	13,63	10,33	329,23	45,1	18,04	12,89
7,5	311,2	14,629	9,341	297,484	40,75	16,3	11,64
8	332	15,604	8,366	266,433	36,49	14,59	10,43

Механизм водородного охрупчивания стенки трубы вблизи КЗП при перезащите, когда на защищаемой поверхности трубы преимущественной становится реакция:  $4H_2O + 4e \rightarrow 2H_{адс} + 4OH^-$ , состоит в том, что часть адатомов водорода частично рекомбинируются в молекулы и десорбируются, а другая часть в виде протонов проникает в структуру трубной стали, разрыхляя ее. Он диффундирует в стенку трубы и скапливается в зоне максимальных напряжений, вблизи продольных микротрещин (атмосферы Котрелла), обусловленных кольцевыми растягивающими напряжениями, где молизуясь, вызывает дополнительные «водородные» напряжения  $P_{H_2}$ .



Рисунок 2 – Стресс-коррозионный излом магистрального газопровода: охрупченная зона вблизи наружной КЗП, на глубине 0,3...0,5 мм

При достижении  $P_{H_2}$  критических значений, принимающих различные значения в зависимости от давления в трубе (таблица 1), происходит скачкообразный рост микротрещины. Выделение водорода на КЗП при перезащите, когда на защищаемой поверхности трубопровода выделяется катодный водород из воды, очень опасно. Особенно опасна перезащита магистральных трубопроводов в застойных болотистых грунтах, содержащих сероводород  $H_2S$  (по нашим данным в нефтегазодобывающем регионе центральной части Западной Сибири до 0,16 мг/л). Присутствие в электролите (0,5 %-ный NaCl)  $H_2S$  существенно увеличивает объем выделяющегося на КЗП водорода, (таблица 2).

Увеличение объема водорода, выделяющегося на катоднозащищаемой поверхности в присутствии сероводорода при прочих равных условиях в 2...3 раза свидетельствует о снижении перенапряжения выделения водорода, в присутствии  $H_2S$  на КЗП восстанавливаются не только молекулы  $H_2O$ , но и молекулы  $H_2S$ :  $H_2S + 2e \rightarrow 2H_{адс} + S_{адс}^{2-}$ ;  $H_2S + e \rightarrow H_{адс} + HS_{адс}^-$  [6].

При достаточно высокой поглощающей способности водорода сталями трубного сортамента (в условиях эксперимента 17ГС), при высокой скорости диффузии протона и электрона в кристаллической решетке и высокой степени заполнения КЗП адатомами водорода в условиях катодной перезащиты, при катодном наводороживании, лимитирующей становится стадия перехода  $H_{ад}$  в  $H_{аб}$ . Сталь абсорбирует протоны  $(H^+)_{аб}$  и их



электроны, которые смешиваются с электронным газом кристаллической решетки трубной стали. В непосредственной близости от внешней КЗП, на глубине до 0,5 мм в стенке трубы, в микротрещинах происходит рекомбинация  $(H^+)_{аб}$  и электронов с образованием атома  $H_{аб}$ . В микротрещинах атомарный водород стремится к рекомбинации с образованием молекулярного водорода  $H_2$ , давление которого при постоянной перезащите растет.

Таблица 2 – Увеличение объема водорода, отделившегося от катоднозащищаемой поверхности (сталь 17ГС) в 0,5%-ном NaCl, без добавки и с добавкой тиокарбамида  $CH_4N_2S$  1,5...3 г/л при различной степени перезащиты, характеризующейся отношением плотности тока катодной защиты к плотности предельного тока по кислороду  $j_{кз} / j_{np}$  (таблица 1)

№ п/п	Степень превышения плотности тока катодной защиты над плотностью предельного тока по кислороду $j_{кз} / j_{np}$	Объем отделившегося водорода от КЗП в 0,5%-ном NaCl без добавки $CH_4N_2S$ , мл/см <sup>2</sup>	Объем отделившегося водорода от КЗП в 0,5%-ном NaCl с добавкой 1,5...3 г/л $CH_4N_2S$ , мл/см <sup>2</sup>
1	0,5	0	0
2	1,0	0	0
3	1,5	0	0
4	3,0	0	2,0
5	5,0	6,0	21,7
6	10,0	13,0	65,4
7	15,0	21,0	72,3
8	20,0	32,0	97,2
9	50,0	47,0	113,3
10	100,0	56,0	157,0

Содержащиеся в решетке протоны  $(H^+)_{аб}$  (фазы внедрения) снижают когезионную прочность трубной стали, уменьшают работу разрыва связей между атомами железа.

Если время инкубационного периода образования трещин связано не с переносом водорода в зону растущей трещины, а с его проникновением в стенку трубы через окисную пленку, образовавшуюся на поверхности трубы, то кинетика роста трещины будет определяться условиями их образования и разрушения. Это в первую очередь касается циклического нагружения трубопровода, когда от уровня коэффициента интенсивности напряжений и частоты нагружения зависит плотность защитных пленок, препятствующих проникновению водорода в стенку трубы.

В случае перезащиты, когда  $j_{кз} / j_{np} \geq 10$ , доминирующим механизмом является водородное охрупчивание. И наоборот, когда  $j_{кз} / j_{np} \leq 1...3$ , снижение скорости роста трещины свидетельствует о смене основного механизма от образования стресс-коррозионных трещин к появлению на КЗП коррозионных повреждений. Процессы водородного охрупчивания стенки трубы вблизи внешней КЗП (появление стресс-коррозионных трещин) и

коррозионного воздействия почвенного электролита (появление коррозионных язв) взаимосвязаны между собой: перезащита обуславливает появление стресс-коррозионных трещин без видимых следов коррозии; недозащита наоборот, обуславливает появление коррозионных повреждений без стресс-коррозионных трещин. Комплексные коррозионно стресс-коррозионные дефекты образуются в тех случаях, когда трубопровод длительно эксплуатируется при режимах катодной защиты, когда  $j_{кз} / j_{нр} \leq 1...3$  – образуются коррозионные язвы, затем режим катодной защиты бесконтрольно увеличивают до перезащиты, когда  $j_{кз} / j_{нр} \geq 10$  – образуются стресс-коррозионные трещины. Нами установлено, когда  $3 \leq j_{к.з.} / j_{нр} \leq 8$ , остаточная скорость коррозии не превышает 0,005... 0,01 мм/год, что для магистральных трубопроводов является допустимым, без заметного выделения водорода на катоднозащищаемой поверхности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хижняков В.И., Трофимова Е.В. Превышение тока катодной защиты над предельным по кислороду – фактор коррозионного растрескивания трубопроводов под напряжением. // Практика противокоррозионной защиты. – 2009. – № 1. – С. 57 – 61.
2. Хижняков В.И. Предупреждение выделения водорода при выборе потенциалов катодной защиты подземных стальных трубопроводов. // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 9. – С. 7 – 10.
3. Воронин В.Н., Мамаев Н.И., Ахтимиров Н.Д. Бурдинский Э.В. Анализ стресс-коррозионного состояния магистральных газопроводов ООО «Севергазпром» на основе результатов внутритрубной дефектоскопии и обследований в шурфах, пути решения проблемы КРН // Материалы отраслевого совещания ОАО «Газпром» «Особенности проявления КРН на магистральных газопроводах ОАО «Газпром». Методы диагностики, способы ремонта дефектов и пути предотвращения КРН», г. Ухта, 11 – 15 ноября 2002 г. – С. 69 – 83.
4. Гумеров К.М., Гулятьдинов А.А., Черкасов Н.М., Кудакаев С.М., Абдульманов А.М., Мокроусов С.Н. Стресс-коррозия – один из источников опасности на высоконагруженных подземных стальных трубопроводах, изолированных пленочными материалами // Нефтепромысловое дело. – 2005. – № 4. – С. 42 – 46.
5. Сунагатов М.Ф. Стресс-коррозия магистральных газопроводов // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 9.
6. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Ингибирование сероводородной и углекислотной коррозии металлов. Универсализм ингибиторов. – М. 2011. – С. 39.

*В.И. Ерофеев, Г.С. Боженкова*

## **СОВМЕСТНАЯ КОНВЕРСИЯ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> И МЕТАНОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ**

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы» (госконтракт № 11.519.11.5014).

В настоящее время основными направлениями развития промышленных каталитических процессов в нефти – и газохимии являются создание и разработка новых эффективных катализаторов и технологий на их основе для получения различных ценных продуктов из попутных нефтяных газов (ПНГ) C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>, природных газов и газовых конденсатов. Поэтому за рубежом и в России ведутся интенсивные работы по созданию новых безотходных и высокоэффективных технологий по комплексной химической переработке легкого углеводородного сырья: природного, попутного нефтяного газов, ШФЛУ и газовых конденсатов в низшие олефины, ароматические углеводороды, различные моторные топлива: высокооктановые бензины марок «Евро – 3, 4 и 5» с низким содержанием серы, бензола и суммарным содержанием ароматических углеводородов, высокоиндексные дизельные и реактивные топлива и другие ценные продукты.

Наиболее перспективными для переработки этих видов легкого углеводородного сырья являются цеолитсодержащие катализаторы на основе наноструктурированных цеолитов типа ZSM-5, которые благодаря своей уникальной микропористой структуре (размер микропор 0,5-0,8 нм) и молекулярно-ситовым свойствам проявляют высокую активность и селективность в реакциях дегидрирования, изомеризации, олигомеризации, дегидроциклизации различных классов углеводородов углеводородного сырья [1-7].

В связи с этим, представляло большой интерес исследовать адсорбционные и каталитические свойства наноструктурированных цеолитных катализаторов, модифицированных цинком, в процессе совместной конверсии метанола и алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>, а также роль кислотных центров в осуществлении этого процесса.

Объектами исследования послужили цеолиты типа ZSM-5 с силикатным модулем 50, синтезированные из щелочных алюмокремнегелей с применением гексаметилендиамина в качестве темплата при температуре 170-175 °С, в течение 4-6 суток и модифицированные различными способами:

- 3 % Zn-НЦКЕ-Г (пропитка),
- 3 % Zn-ЦКЕ-Г (пропитка+помол),
- 3 % Zn-НЦКЕ-Г (механическое смешение).

Исследования последних лет показали, что среди модифицированных наноструктурированных цеолитных катализаторов ароматизация парафинов C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub> с наибольшей селективностью протекает на цинксодержащих катализаторах, а в процессе конверсии метанола цеолиты, модифицированные цинком, повышают селективность по аренам и снижают коксообразование [8-13]. При введении цинка в цеолит Н-ЦКЕ-Г (Si/Al=50) методом механиче-

ского смешения и методом пропитки с последующим помолом уменьшается удельная поверхность и суммарный объем пор. При введении 3 % цинка методом пропитки удельная поверхность и суммарный объем пор, напротив, увеличились.

При введении цинка в цеолит методом пропитки было установлено, что размер более крупных микропор уменьшается, а размер мелких пор практически не изменяется.

Существенные изменения в пористой структуре, а, следовательно, и в каталитических свойствах цеолитов были отмечены при модифицировании их цинком методом механического смешения. Механическое смешение исходного цеолита с солью цинка приводит к разрыхлению не только вторичной, но и первичной структуры цеолита. Размеры микропор изменяются в сторону их укрупнения.

При помолу цеолита, пропитанного цинком, размер мелких и крупных микропор увеличивается. Также увеличивается размер переходных пор.

Кислотные свойства цеолитсодержащих катализаторов изучали методом температурно-программированной десорбции (ТПД) аммиака [14]. Площади пиков в термодесорбционных спектрах пропорциональны концентрации десорбируемого  $\text{NH}_3$  с цеолитного катализатора. При условии, что на одном центре катализатора хемосорбируется одна молекула  $\text{NH}_3$ , была оценена общая концентрация кислотных центров и их распределение. Точность определения десорбированного аммиака газохроматографическим методом составляет  $\pm 2,5\%$ .

Таблица 1 – Кислотные свойства высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5

Образец	$T_I, ^\circ\text{C}$	$T_{II}, ^\circ\text{C}$	$C_I,$ мкмоль/г	$C_{II},$ мкмоль/г	$E_I,$ кДж/моль	$E_{II},$ кДж/моль
Н-ЦКЕ-Г	173	439	349	170	62	94
3% Zn-НЦКЕ-Г (пропитка)	211	452	302	78	60	88
3% Zn-НЦКЕ-Г (механическое смешение)	208	386	550	94	64	104
3% Zn-НЦКЕ-Г (пропитка + по- мол)	219	432	411	64	66	100

$C_I, C_{II}$  – концентрация льюисовских и бренстедовских кислотных центров, мкмоль/г;  
 $T_I, T_{II}$  – температура максимума термодесорбционного пика первой и второй формы десорбции аммиака соответственно,  $^\circ\text{C}$ ;  
 $E_I, E_{II}$  – энергия активации десорбции аммиака с льюисовских и бренстедовских кислотных центров, кДж/моль.

При введении цинка в цеолит методом пропитки концентрация и сила всех кислотных центров уменьшается. Однако, температура максимумов пиков сдвигается в более высокотемпературную область (таблица 1). При этом результаты адсорбционных исследований показывают значительно увеличивающуюся адсорбционную способность образца по метанолу, что может свидетельствовать об образовании новых кислотных центров. При введении цинка в цеолит методами механического смешения и пропитки с последующим

помолом произошло уменьшение концентрации брэнстедовских кислотных центров и увеличение концентрации льюисовских кислотных центров. Сила тех и других кислотных центров увеличилась.

Исследование влияния температуры процесса совместной конверсии ПНГ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> и метанола проводилось на цеолитных катализаторах типа ZSM-5 с SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 50 в интервале температур 400-550 °С и при атмосферном давлении. Скорость подачи пропан – бутановой смеси и метанола поддерживалась постоянной 240 ч<sup>-1</sup> и 1 ч<sup>-1</sup> соответственно. Результаты исследований представлены в таблице 2. С ростом температуры в продуктах возрастает количество низкомолекулярных алканов (метан и этан), алкенов и ароматических углеводородов. Повышение температуры реакции положительно сказывается на степени конверсии исходных алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>.

Таблица 2 – Каталитические свойства цеолитов

Т, °С	Н-ЦКЕ-Г			3 % Zn-НЦКЕ-Г (пропитка)			3 % Zn-ЦКЕ-Г (пропитка+помол)			3 % Zn-НЦКЕ-Г (механическое смешение)		
	723	773	823	723	773	823	723	773	823	723	773	823
H <sub>2</sub>	2,2	1,6	2,5	2,8	2,1	2,2	2,7	2,5	2,4	2,9	2,4	2,2
CH <sub>4</sub>	4,0	5,6	9,3	5,1	14,2	25,8	5,7	16,3	29,5	2,8	8,6	19,7
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	5,7	5,3	6,5	6,8	16,8	35,9	8,5	27,1	39,7	5,8	16,2	34,8
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	6,7	9,1	12,6	0,8	1,6	1,2	0,6	0,6	0,9	0,9	1,1	1,2
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	51,5	48,5	43,9	75,3	46,1	7,3	68,8	27,4	0,2	76,6	49,3	14,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	5,8	8,8	10,6	0,8	1,4	1,2	0,8	1,3	0,3	1,2	2,0	2,4
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	6,5	4,8	3,5	3,9	1,1	0,1	3,3	0,5	0,0	5,4	1,5	0,2
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,3	0,3	0,3	0,0	2,4	6,4	0,6	4,4	6,4	0,0	2,8	5,7
C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	1,9	2,1	1,8	0,0	6,7	10,9	2,7	9,8	10,3	0,5	7,0	10,9
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	5,3	5,7	3,4	0,0	4,8	4,6	3,2	6,4	4,4	0,8	5,7	5,3
Σаканы	<b>70,3</b>	<b>66,2</b>	<b>64,8</b>	<b>92,2</b>	<b>78,6</b>	<b>69,2</b>	<b>87,3</b>	<b>71,5</b>	<b>69,4</b>	<b>91,9</b>	<b>76,2</b>	<b>68,8</b>
Σалкены	<b>14,2</b>	<b>19,7</b>	<b>25,2</b>	<b>1,6</b>	<b>3,0</b>	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>
Σарены	<b>13,3</b>	<b>12,4</b>	<b>7,5</b>	<b>0,0</b>	<b>16,3</b>	<b>26,2</b>	<b>8,6</b>	<b>24,1</b>	<b>27,0</b>	<b>3,1</b>	<b>18,3</b>	<b>25,4</b>
W ж.ф.	<b>87,6</b>	<b>87,6</b>	<b>92,6</b>	<b>94,0</b>	<b>84,0</b>	<b>73,0</b>	<b>91,0</b>	<b>76,0</b>	<b>72,0</b>	<b>97,0</b>	<b>81,0</b>	<b>74,0</b>
W г.ф.	<b>12,4</b>	<b>12,4</b>	<b>7,4</b>	<b>6,0</b>	<b>16,0</b>	<b>27,0</b>	<b>9,0</b>	<b>24,0</b>	<b>28,0</b>	<b>3,0</b>	<b>19,0</b>	<b>26,0</b>

Наибольшее содержание углеводородов C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> «сухого газа» (~72 %) достигается при температуре 550 °С на образце, содержащем 3 % Zn, введенным методом пропитки. Причем содержание этана в сухом газе превышает количество метана, эта закономерность наблюдается во всем температурном интервале и для всех исследуемых образцов. С ростом температуры процесса совместной конверсии попутного нефтяного газа и метанола увеличивается содержание алкенов в продуктах и достигает максимального значения (25 %) при температуре 550 °С на образце Н-ЦКЕ-Г.

Содержание в продуктах реакции БТК-фракции (бензол, толуол, ксилолы) также увеличивается с повышением температуры процесса, начиная с 450 °С. При температуре

опыта 400 °С жидкая фаза в продуктах совместной конверсии низших алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> и метанола отсутствует на всех модифицированных образцах.

Выход БТК-фракции в интервале температур 450 – 500 °С максимален на образце 3 % Zn-НЦКЕ-Г (пропитка + помол), и лишь на 1 % уступает при температуре 550 °С образцам, полученным методом пропитки и сухого смешения (~ 22%).

Таким образом, на основе проведенных исследований по совместной конверсии попутных нефтяных газов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> установлено, что максимальный выход жидких продуктов наблюдается на наноструктурированных цеолитных катализаторах, модифицированных цинком, при 500-550 °С, объемной скорости подачи легких углеводородных газов 220 ч<sup>-1</sup> и метанола 1 ч<sup>-1</sup>.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2313488 РФ, МКИ С 01 В 39/48. Синтетический цеолит и способ его получения // Ерофеев В.И., Коваль Л.М. (РФ). – № 2006113868/15. Заявл. 24.04.2006. Оpubл. в Б.И. 27.12.2007.

2. Пат. 2313487 РФ, МКИ С 01 В 39/48. Высококремнеземный цеолит и способ его получения // Ерофеев В.И., Коваль Л.М. (РФ). – № 2006113866/15. Заявл. 24.04.2006. Оpubл. в Б.И. 27.12.2007.

3. Пат. 2312063 РФ, МКИ С 01 В 39/48. Синтетический пористый кристаллический материал и способ его получения // Ерофеев В.И., Коваль Л.М. (РФ). – № 2006112167/15. Заявл. 04.12.2006. Оpubл. в Б.И. 10.12.2007.

4. Пат. 2313486 РФ, МКИ С 01 В 39/48. Синтетический цеолит и способ его получения // Ерофеев В.И., Коваль Л.М. (РФ). – № 2006112169/15. Заявл. 12.04.2006. Оpubл. в Б.И. 27.12.2007.

5. Пат. 2242279 РФ, МКИ В 01 J 23/04. Катализатор для превращения парафиновых углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub>, способ его получения и способ превращения парафиновых углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub> в низшие олефины // Ерофеев В.И., Горностаев В.В., Коваль Л.М. и др. (РФ). – № 2002132158/04. Заявл. 28.11.2002. Оpubл. в Б.И. 2004. № 15.

6. Пат. 2235590 РФ, МКИ В 01 J 29/46. Катализатор для превращения алифатических углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub>, способ его получения и способ превращения алифатических углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub> в высокооктановый бензин и/или ароматические углеводороды // Ерофеев В.И., Горностаев В.В., Коваль Л.М. и др. (РФ). – № 2003103214. Заявл. 03.02.2003. Оpubл. в Б.И. 2004. № 25.

7. Пат. 2236289 РФ, МКИ В 01 J 29/46. Катализатор для конверсии алифатических углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub>, способ его получения и способ конверсии алифатических углеводородов C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub> в высокооктановый бензин и/или ароматические углеводороды // Ерофеев В.И., Горностаев В.В., Коваль Л.М. и др. (РФ). – № 2002135764/04. Заявл. 30.12.2002. Оpubл. в Б.И. 2004. № 26.

8. Восмеригов А.В., Ерофеев В.И. Влияние механической обработки на каталитические свойства цеолитсодержащих катализаторов ароматизации алканов // Журн. физ. химии. – 1995. – Т. 69. – № 5. С. – 787-790.

9. Ерофеев В.И., Трофимова А.С., Коваль Л.М., Рябов Ю.В. Исследование кислотности и каталитических свойств Cu-ZSM-5 в процессе конверсии низших алканов // Журн. прикладной химии. – 2000. – Т. 73. – Вып. 12. – С. 1969-1974.

10. Ерофеев В.И., Шабалина Л.Б., Коваль Л.М., Минакова Т.С. Влияние модифицирования пентасилов щелочноземельными металлами на их кислотные и каталитические свойства в сопряженном процессе конверсии метанола и пропан-бутановой фракции // Журн. прикладной химии. – 2002. – Т. 75. – Вып. – 5. С. 770-772.

11. Ерофеев В.И., Шабалина Л.Б., Коваль Л.М., Минакова Т.С. Сопряженный процесс конверсии широкой фракции легких углеводородов и метанола на цеолитсодержащих катализаторах // Журн. прикладной химии. – 2002. – Т. 75. – Вып. 10. – С. 1680-1683.

12. Шабалина Л.Б., Ерофеев В.И., Минакова Т.С., Коваль Л.М. Особенности протекания сопряженного процесса конверсии метанола и пропан-бутановой фракции на пентасиле // Журн. прикладной химии. – 2002. – Т. 75. – Вып. 12. – С. 2016-2020.

13. Ерофеев В.И., Шабалина Л.Б., Коваль Л.М., Минакова Т.С. Влияние силикатного модуля и термopаровой обработки пентасила на его кислотные и каталитические свойства в сопряженном процессе конверсии низших алканов и метанола // Журн. прикладной химии. – 2004. – Т. 77. – Вып. 12. – С. 1996-2002.

14. Ерофеев В.И., Медведев А.С., Коваль Л.М. и др. Влияние УФ-активации на кислотные и каталитические свойства цеолитсодержащих катализаторов в процессе превращения прямогонных бензинов газового конденсата в высокооктановые бензины // Журн. прикладной химии. – 2011. – Т. 84. – Вып. 10. – С. 1668-1674.

УДК 553.982.233

*В.Н. Ростовцев, В.Г. Лукьянов*

## **О НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Дискуссиям о нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири более 80 лет. Считается, что впервые она была поставлена И.М. Губкиным, когда он в 30-х годах прошлого столетия высказал идею о том, что геологическое строение палеозойских отложений юга Западной Сибири сопоставима с геологическим строением палеозойских отложений нефтегазоносных районов Северной Америки.

Несмотря на многочисленные открытия палеозойской нефти и газа в Западной Сибири, сегодня существуют две диаметрально противоположных точки зрения на перспективы нефтегазоносности собственно палеозойских отложений.

Первая, доминирующая долгие годы, палеозой в связи с его геологической историей развития в целом бесперспективен. Открытые залежи в палеозое сформированы в основном за счет миграционных процессов нефти и газа из юрских отложений в выступы палеозойского фундамента. Апологетами этих взглядов являются академики РАН В.С. Сурков, А.Э. Конторович, кандидат геолого-минералогических наук Л.В. Смирнов и ряд других ученых.

Вторая, палеозойские отложения высоко перспективны для открытия крупных по величине запасов месторождений нефти и газа. Эту точку зрения разделяют академики АН

СССР И.М. Губкин [1], М.А. Усов [2], А.А. Трофимук [3], профессор Томского политехнического института М.К. Коровин [4], академики РАЕН Н.П. Запивалов, В.Н. Ростовцев, В.Г. Лукьянов и другие исследователи.

История открытия палеозойской нефти и газа в Западной Сибири сложна и длительна. Условно в ней можно выделить три важных этапа.

Первый относится к 30–50 годам прошлого столетия, когда рядом исследователей был остро поставлен вопрос о перспективах нефтегазоносности Западной Сибири.

Большинство исследователей того времени: И.М. Губкин, М.К. Коровин, Р.С. Ильин [5], А.В. Тыжнов [6] перспективными на нефть и газ считали палеозойские отложения. При этом М.К. Коровин [4] считал, что палеозойские отложения ступенчато опускаясь по линии Южно-Минусинская впадина, Северо-Минусинская впадина, Тегульдетская впадина увеличивают свой нефтегазоносный потенциал в зоне перекрытия их мезозойскими отложениями, которые обеспечивают лучшую сохранность палеозойских залежей. Более того, он считал зону слияния рек Оби и Томи наиболее перспективными для открытия палеозойской нефти. По современным представлениям эти земли считаются более 50-ти лет вообще бесперспективными. В результате первого этапа наступления на палеозой в Южно-Минусинской впадине на шести структурах (Быстрянской, Алтайской, Западно-Тагарской, Сользаводской, Новомихайловской, Карасукской) были получены многочисленные притоки и признаки нефти и газа. Более того, на Новомихайловской площади в 1956 году из скважины № 1 был получен аварийный выброс газа. До настоящего времени из устья этой скважины наблюдается приток газа. Два этих факта свидетельствуют о наличии палеозойской залежи газа на Новомихайловской площади, расположенной в Западной Сибири. Это результат целенаправленной работы ученых, геологов, буровиков. Огромные успехи, связанные с открытием мезозойской нефти в Западной Сибири не позволили открыть крупные палеозойские месторождения нефти и газа, так как все поиски нефти и газа были перенесены на мезозойские отложения Западной Сибири.

Второй существенный этап покорения палеозойской нефти был начат по инициативе академика АН СССР А.А. Трофимука в середине 70-х, начале 80-х годов прошлого столетия. В этот период реализовывалась целая специальная программа, направленная на поиски палеозойской нефти. Более того, для реализации этой программы было создано специализированное буровое предприятие, которым, кстати, руководил выпускник Томского политехнического института В.П. Маслов. Эти мероприятия стали возможны благодаря гигантским усилиям и авторитету академика АН СССР А.А. Трофимука. Детальный анализ результатов этого этапа А.А. Трофимук изложил в своей монографии [3].

Важнейшими результатами этой программы стал факт, что в Томской области, где концентрировались усилия этой программы, было открыто по некоторым данным около 31-ой залежи углеводородов, часть из которых в данный момент введены в промышленную эксплуатацию. Кроме того, под влиянием этой программы к палеозойским отложениям стали относиться более внимательно.

Ярким свидетельством этому служит открытие палеозойской газовой залежи на юге Ямальского полуострова на Новопортовском месторождении. Открытие этой палеозойской залежи обеспечили два Томских политехника: В.П. Маслов, который был главным геологом Ямальской нефтегазоразведочной экспедиции и В.Н. Ростовцев, начальник геологического отдела геологического объединения «Ямалнефтегазгеология». Несмотря на их высокие должности, им пришлось преодолеть стереотипное представление некоторых



руководителей, что палеозой малоперспективен, и настоять на испытании палеозойского объекта. В докладе на совещании проводимом ООО Газпромнефть-Восток В.А. Конторович привел данные о трех типах палеозойских нефтей, тесно связанных с соответствующими битумоидами. Это свидетельствует о том, что мы вправе ожидать, как минимум, три уровня нефтегазоносности в палеозое Западной Сибири. Сегодня палеозойские залежи нефти и газа открыты во всех частях Западной Сибири, покрытых осадочным чехлом от Новосибирской области до Ямальского полуострова.

Третий, не централизованный, не организованный должным образом поход за палеозойской нефтью фактически был начат в начале этого века.

Полностью разделяя взгляды А.А. Трофимука необходимо отметить, что в последние десятилетия были получены дополнительные данные о нефтегазоносности палеозоя Минусинских впадин. Проведенные детальные радиогеохимические исследования группой ученых Томского политехнического, под руководством профессора Л.П. Рихванова и его соратника, доцента И.С. Соболева, позволили наметить не только границы Новомихайловского месторождения, расположенного в Южно-Минусинской впадине, но и границы рядом расположенных, пока неизвестных перспективных зон (рисунок 1). Кроме того, была показана высокая эффективность этой технологии по выявлению месторождений углеводородов.

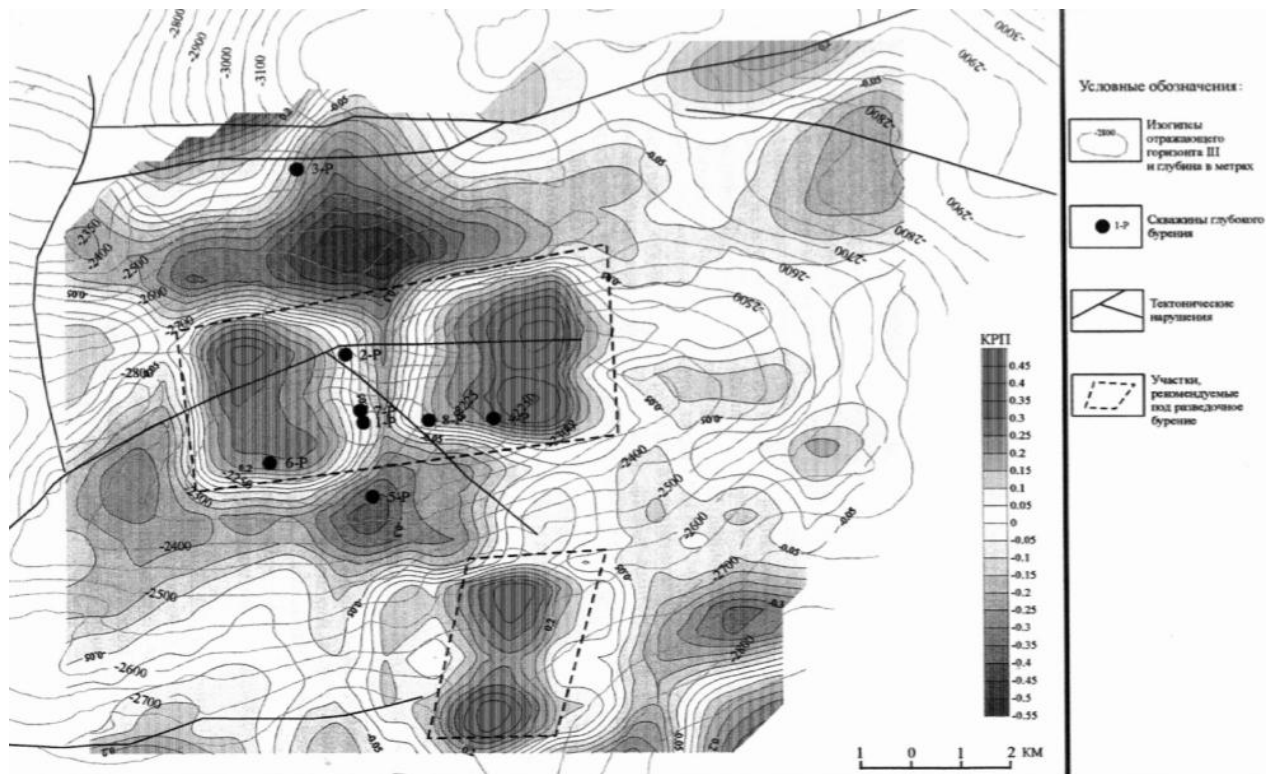


Рисунок 1 – Аномалии типа «залежь», выявленные радиогеохимическими исследованиями на Новомихайловской площади Л.П. Рихвановым, И.С. Соболевым в 2003 г. Хакасия

Многие исследователи изучают литологию палеозойских отложений, другие ищут закономерности в распределении палеозойских залежей, третьи обосновывают нефтематеринский потенциал отдельных толщ палеозоя, четвертые проводят конференции и совещания по палеозою. Это явление не случайно, многие исследователи поняли, что палео-

зойской нефти в Западной Сибири нет альтернативы. Основная масса таких, безусловно, важнейших исследований направлена на обоснование высоких перспектив нефтегазонасности этих отложений. Пока идут эти, не такие жаркие по сравнению с 70-ми, 80-ми годами прошлого столетия споры, сама природа дает ответ на вопрос о нефтегазонасности палеозоя. В 2011 году возобновились буровые работы на Новомихайловской площади. История повторилась, в процессе бурения из палеозойских отложений ударил мощный аварийный фонтан газа, с которым с трудом удалось справиться. По устной информации главного геолога ООО «Томскбурнефтегаз» И.А. Ковалева, выпускника Томского политехнического, пластовое давление палеозойской залежи, по предварительным данным, составляет около 500 атмосфер, а максимальный дебит газа по его прикидкам составлял около миллиона кубометров в сутки (рисунок 2). Работы по строительству скважины продолжаются. Таким образом, в 2011 году вторично получены неопровержимые данные о промышленной нефтегазонасности палеозоя Западной Сибири. На Новомихайловской площади нет мезозойского чехла и, в связи с этим, из них нефть и газ не могли мигрировать в палеозойские отложения этой структуры, следовательно, можно сделать вывод, что это настоящий палеозойский газ.



Рисунок 2 – Аварийный выброс газа из палеозойских отложений на Новомихайловской площади. Южно-Минусинская впадина. Хакасия. (По данным И.А. Ковалева и О.З. Ковалевой)

Сегодня по-другому воспринимаются естественные нефтепроявления и антраксолиты, выявленные в Северо-Минусинской впадине (рисунки 3, 4) в районе урочища Сохочул. Томские политехники Б.Д. Васильев, О.В. Серебренникова эти нефтепроявления связывают с девонской залежью нефти и считают, что палеозойские отложения Северо-Минусинской впадины промышленно нефтегазонасны [7]. Обработка серии фотоснимков, сделанных в районе естественного нефтепроявления с помощью квантово-

оптической фильтрации, позволили фрагментарно наметить границы прогнозируемого месторождения в урочище Сохочул [8]. Еще в 30-х, 40-х годах М.К. Коровин [4], А.В. Тыжнов [6] обосновали генетическую связь палеозойских отложений Минусинских впадин с палеозойскими отложениями юга Томской области. Они считали, что Тегульдетская впадина – это часть единого каскада впадин: Южно-Минусинской, Северо-Минусинской, Тегульдетской. Существенная разница Тегульдетской впадины от двух других заключается в том, что палеозойские отложения в этой впадине перекрыты мощным чехлом мезозойско-кайнозойских отложений.

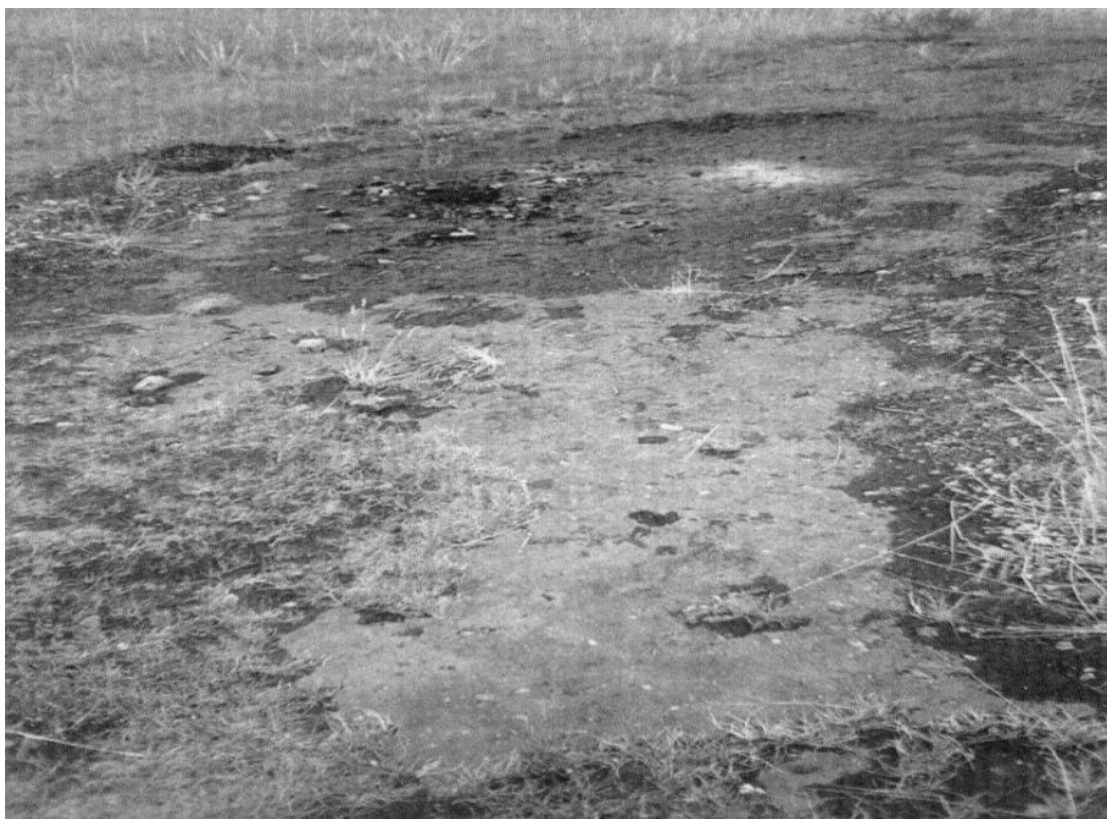


Рисунок 3 – Естественное нефтепроявление в урочище Сохочул. Северо-Минусинская впадина. Хакасия

Этот чехол надежно должен был сохранить нефтяные и газовые залежи палеозоя, которые на юге, в силу геологических причин, превратились в антракосолиты.

Смелые выводы наших предшественников нашли свое подтверждение в конце 20-го и начале 21-го века и укрепили в нас уверенность, что палеозойские отложения Западной Сибири – высокоперспективный объект, способный превратиться в супернефтегазоносный этаж.



Рисунок 4 – Антраксолиты в куэстах над естественным нефтепроявлением в урочище Сохочул. Северо-Минусинская впадина. Хакасия

Эта уверенность базируется на реальных убедительных геологических свидетельствах, которые вначале были получены осенью 1999 года, а затем были дополнены в 2008 году проведением комплекса геологоразведочных работ и бурением поисковой скважины.

В 1999 году, в зоне слияния рек Оби и Томи, недалеко от села Трубачево одним из авторов статьи были обнаружены естественные выходы природного газа метаноазотого и азотнометанового состава вдоль тектонического разлома, указывающие на разрушение газоконденсатной залежи (рисунок 5). Учитывая, что в течение 10 лет интенсивность газопроявления не уменьшается, было сделано предположение, что разрушающаяся залежь газа имеет значительные его запасы. Наиболее четко газопроявление наблюдается, когда в реках Томи и Оби низкий уровень воды. Тогда газопроявления видны на большом протяжении русла протоки, примыкающей к реке Обь.

На фотографии можно наблюдать, как флюиднодинамические потоки формируют микрозалежи газа. В данном случае лед выполняет функцию крыши. Своеобразная геологическая модель формирования залежей углеводородов.

Радиогеохимические, магнитометрические, электроразведочные исследования, в комплексе со снеговой съемкой, проведенные в этом районе позволили прийти к выводу о наличии в Шегарском, Томском, Кривошеинском районах двух аномалий типа «залежь».

Квантово-оптическая фильтрация космоснимков позволила в этой зоне наметить границы ряда прогнозируемых месторождений углеводородов. Скважина № 7, заложенная на основании этих данных и пробуренная со вскрытием палеозоя на 168 метров в интервале 1360-1400 м, зафиксировала в палеозое зону с повышенными нефтегазопказаниями от 2 до 7 % (рисунок 6).

В кернах, отобранных из палеозойских отложений, отмечались признаки газа. При испытании палеозойских отложений из трубного пространства отмечалось выделение газа и при обратной промывке были получены первые литры нефти. На сейсмопрофилях отчетливо прослеживаются палеоврезы, образованные руслами палеорек Томи и Оби и флюиднодинамические потоки, по путям которых и идет разгрузка залежей углеводородов, которая проявляется в виде естественного газопроявления. В палеозойских врезках



Рисунок 5 – Общий вид естественных выходов газа в районе села Трубачево.  
Томская область

отчетливо прослеживается слоистая структура палеозойских образований, благоприятных для формирования залежей шнуркового типа (рисунок 7). Учитывая огромную протяженность реки Оби и мощь её притоков, типа рек Томи, Кети, Чулыма и других, можно с уверенностью утверждать – выявленные врезы на территории Западной Сибири будут иметь широкое распространение. Выявленный новый тип ловушек в палеозойских отложениях значительно повышает их перспективы нефтегазоносности.

Приведенные данные позволяют не только прийти к выводу о высоких перспективах нефтегазоносности палеозойских отложений на юге Западной Сибири, но и дать некоторые рекомендации как надо искать палеозойские залежи, реализация которых обеспечит ускоренное воспроизводство запасов нефти и газа в палеозойских отложениях. Во-первых, необходимо вернуться к новым широкомасштабным геологоразведочным работам на нефть и газ в палеозойских отложениях. Во-вторых, поиск месторождений в палеозое необходимо сначала проводить в районах, где они перекрыты мезозойско-кайнозойскими осадками не более 500–1000 метров, что позволит при бурении скважин 2800–3000 м вскрыть базальные пласты, которые должны обладать наиболее эффективными коллекторскими свойствами.

В-третьих, первоочередными объектами поиска должны стать районы байкалид, в пределах которых были более благоприятные условия для формирования промежуточного этажа фундамента. И наконец, в-четвертых – должна существенно поменяться методика поиска палеозойских залежей. На первый план должна выйти квантово-оптическая фильтрация космоснимков [8, 9], способная выявлять границы прогнозируемых месторождений.

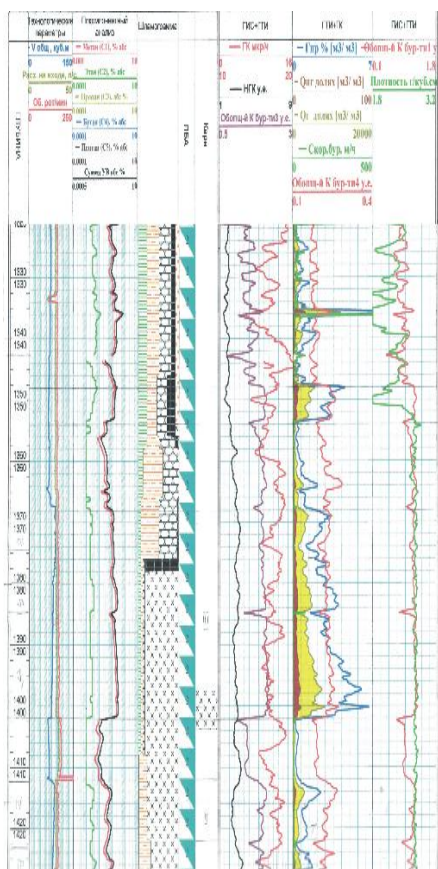


Рисунок 6 – Повышенные газопоказания в палеозое в скважине № 7

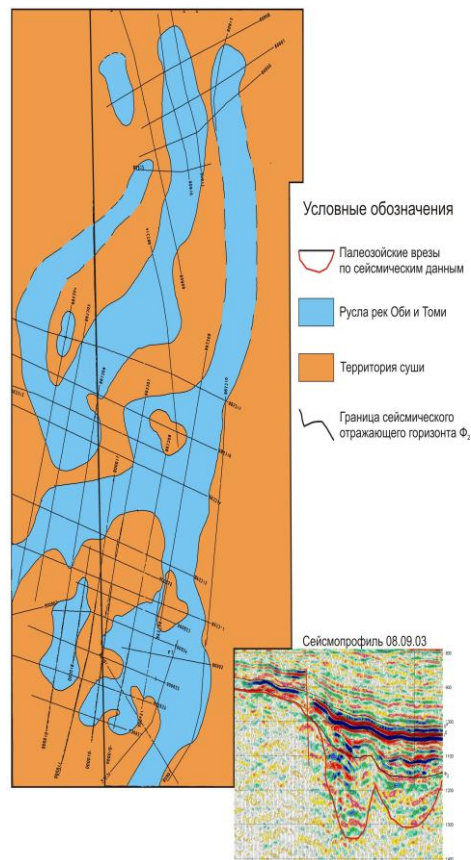


Рисунок 7 – Палеозойские палеоврезы

Выявленные ею границы прогнозируемых месторождений должны заверяться детальными радиогеохимическими, высокоточными магнитометрическими, электроразведочными работами. Первая поисковая скважина закладывается в зоне с высокой плотностью прогнозных запасов, выявленных вышеуказанным комплексом работ. После получения промышленного притока углеводородов целесообразна постановка и проведение площадных сейсмических работ. Для наращивания крупных запасов нефти и газа на юге Западной Сибири палеозойским отложениям нет альтернативы.

В заключении хочется высказать еще более революционную мысль – начать поиски нефти и газа в палеозойских гранитных массивах. Эти предложения сформировались после детального изучения уникальной, нефтяной залежи в гранитах месторождения Белый Тигр.

Коллектором этой залежи стали гранитные массивы, которые длительное время подвергались эрозионно-денудационным процессам, которые привели к формированию коллектора нового типа – эрозионно-денудационного типа. Граниты формировались за счет мощных флюидно-динамических потоков. После выхода на поверхность, гранитных массивов их длительной денудации и захоронения этих выступов более молодыми осадками наступало время последующих этапов флюидно-динамических потоков по ранее выработанным направлениям, но с меньшей интенсивностью, которые приводили к формированию гигантских залежей нефти. В Западной Сибири имеются многочисленные примеры, когда в кровле гранитных массивов отмечались не только признаки нефти, но фиксировались, и, не промышленные её притоки. Однако, исходя из существующих

взглядов после вскрытия гранитов бурение практически прекращалось и они в лучшем случае вскрывались на первые десятки метров, несмотря на имеющиеся признаки нефти. Ярким примером такой ситуации являются граниты Чебачьей площади на территории Томской области. Не исключена возможность открытия на территории этой площади месторождения сопоставимого по величине запасов с месторождением Белого Тигра. Для проведения такого эксперимента требуется политическая воля распорядителей недр. С теоретической точки зрения, есть основания надеяться, что гранитные массивы Западной Сибири могут стать перспективным палеозойским объектом для наращивания ресурсной базы нефти и газа в этом регионе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губкин И.М. Минерально-сырьевая база Урала в свете новейших исследований и разведок. – Изд. АН СССР, 1932.
2. Усов М.А. Геология каустобиолитов. – Томск, 1920.
3. Трофимук А.А. Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1997. – 369 с.
4. Коровин М.К. Перспективы нефтегазоносности Западной Сибири. – Новосибирск: АН СССР, Западно-Сибирский филиал, 1945. – 31 с.
5. Ильин Р.С. Об условиях нахождения нефти в Западно-Сибирской равнине // Вестник ЗСГ. – 1936. – № 3 – С. 21.
6. Тыжнов А.В. Геологическое строение северной части Кузбасса и проблема ее нефтегазоносности // Вестник Западно-Сибирского геологического управления. – 1941. – № 4. – С. 1-23.
7. Серебренникова О.В., Васильев Б.Д., Туров Ю.П. и др. Нефтепроявление «СОХОЧУЛ» в Северной Хакасии // Известия ТПУ. – 2002. – Вып. 8. – 305. – С. 78-83.
8. Ростовцев В.В. Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: монография. – Томск: изд-во ТПУ, 2012. – 240 с.
9. Ростовцев В.Н., Ростовцев В.В. В век XXI с инновационными технологиями поиска нефти и газа // Вестник Российской академии естественных наук. Западно – Сибирское отделение. – 2005. – Вып. 7. – С. 213-225.

УДК 553.981

*В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев*

## ЕЩЕ РАЗ О НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВОСТОКА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Геологическая общественность Томской области в 2012 году широко отметила 50-летие получения на территории региона первого газового фонтана на Усть-Сильгинской и первого нефтяного на Соснинской площадях, а также 60-летие начала подготовки в

первые за Уралом в Томском политехническом институте специалистов по поиску и разведке нефтяных и газовых месторождений. За 50 лет интенсивных геологоразведочных работ в Томской области пробурено около 1300 поисковых и поисково-разведочных, 7 опорных и 58 параметрических скважин (Сапьяник В.В., и др. 2012). Это позволило открыть более 100 месторождений нефти и газа в основном расположенных в левобережной части реки Обь, которая по диагонали пересекает территорию Томской области, деля её условно на западную и восточную часть. Томская область стала крупным нефтедобывающим районом России стабилизировав в последние годы объем добычи нефти около 11 миллионов тонн, а газа до 4 млрд. м<sup>3</sup> в год (Богачев С.Ф., 2012).

Основные объемы геологоразведочных работ были сосредоточены в западной части.

Она изучена настолько, что открытие десятка крупных по величине запасов месторождений без использования новейших технологий поиска ожидать сложно.

Восточная часть и особенно юго-восточная часть слабо изучены и долгое время большинством исследователей эти земли считались малоперспективными, несмотря на, то что здесь много выявленных крупных по размерам положительных структур. На всех официальных картах перспектив нефтегазоносности Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции эти земли отнесены к землям с низкой плотностью запасов или к малоперспективным, а отдельные значительные по площади даже к бесперспективным (Конторович А.Э. и др., 1975).

Основанием для таких выводов служило отсутствие в геологическом разрезе отложений баженовской свиты основной нефтематеринской свиты Западной Сибири.

Считалось, что мезозойские отложения в этом районе «промыты» более пресными водами. Несмотря на сравнительно большие глубины залегания отложений фундамента и 600-900 метровые толщи юрских отложений считалось, что их катагенез не достиг уровня который мог бы обеспечить массовую генерацию нефти из рассеянного и концентрированного органического вещества. Еще более важным аргументом о бесперспективности этих земель служили результаты бурения более 60 поисковых скважин в разных зонах правобережья, которые не привели к открытию месторождений углеводородов. При этом Вартовское, Киев-Еганское, Тунгольское нефтяные месторождения открытые на правобережье реки Оби почему то выпадали из поля зрения исследователей. В конечном счете ведущие ученые и геологи занимающиеся проблемами нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири границу нефтегазоносной провинции на юго-востоке провели чуть южнее Белого Яра (Сапьяник В.В. и др., 2012). В результате этого одна треть восточной части Томской области площадью более 100 тысяч квадратных километров оказалась за пределами нефтегазоносной провинции. Вопрос о необходимости разворота широкого фронта геологоразведочных работ в восточной части Томской области, еще в середине 80-х годов прошлого столетия, остро ставился заведующим кафедрой горючих ископаемых Томского политехнического института, на Колпашевском совещании посвященном планам геологоразведочных работ в Томской области на следующую пятилетку. Совещание не поддержало это предложение в связи с тем, что эти работы могут резко снизить эффективность геологоразведочных работ в регионе (Протокол Колпашевского совещания, 1985 г.). Динамика развития геологоразведочных работ, рыночная экономика, необходимость заполнения магистрального нефтепровода ВСТО снова заставила ученых и производителей обратить свои взоры на нефтегазоносность мезозойских отложений восточной части Томской области. Ряд специалистов (Сурков В.С. и др., 1998 г., Сур-



ков В.С. и др., 1999 г.) пришли к выводу о достаточно высоких перспективах нефтегазоносности нижнесреднеюрских отложений юго-востока и юга Западной Сибири.

Появились и количественные оценки прогнозных ресурсов углеводородов восточных районов Томской области. Так по расчетам Фомичева А.С. приведенным в фондовой работе, научными руководителями которой были Конторович А.Э. и Ларичев А.И. (1997 г.) они составляют 212,919 млн. тонн нефтяного эквивалента, по данным Смирнова (1997 г.), 3579,3 млн. тонн по данным Ростовцева В.Н. и Резника С.Н. (2004 г.) 6655,01 млн. тонн. Наиболее полное научное, теоретическое обоснование высоким перспективам юрского комплекса восточной части Томской области было дано в 2004 году. (Ростовцев В.Н., Резник С.Н., 2004 г.). Основываясь на данных электроразведки, высокоточной магнитометрической съемке, радиогеохимических исследованиях, снеговой съемке, квантово-оптической фильтрации космоснимков, сейсмических исследованиях, результатах глубокого бурения, естественных выходах газа, Ростовцевым В.В., была показана высокая перспектива нефтегазоносности палеозойских, юрских, нижнемеловых и сеноманских отложений юга Западной Сибири (Ростовцев В.В., 2012 г.).

Казалось, высокие оценки перспектив нефтегазоносности восточной части Томской области данные группой ученых под руководством академика Суркова В.С. (1998 г., 1999 г.), кандидатами геолого-минералогических наук Ростовцевым В.Н., Резником С.Н. (2004 г.), Ростовцевым В.В. (2012 г.) создают благоприятные условия для привлечения частных инвестиций для поисково-разведочных работ на нефть и газ в правобережной части реки Оби на территории Томской области.

Однако, в 2009 году группа ученых во главе с академиком А.Э.Конторовичем опубликовали объемную статью, в которой опираясь на геохимические критерии оценки нефтегазоносности пришли к выводу, что мезозойские отложения юго-востока Западной Сибири бесперспективны (Конторович А.Э. и др., 2009 г.).

Для дополнительной оценки перспектив нефтегазоносности территории востока Томской области была использована инновационная технология квантово-оптической фильтрации космоснимков. Она позволяет в любой точке мира после обработки космоснимка выявлять границы прогнозируемых месторождений и распределение плотности запасов в них.

Эта технология защищена Патентом № 59843 от 17 августа 2006 года. Описание технологии приведены в ряде опубликованных работ (Ростовцев В.В., 2010 г, Ростовцев В.Н., Ростовцев В.В., 2005 г., Ростовцев В.В., 2012). Суть этой технологии базируется на том, что литосфера генерирует электромагнитные возмущения, которые на поверхности земли создают сложную структуру электромагнитных полей, несущих информацию о процессах в земной коре, её строении и свойствах. Регистрируемый съемочной аппаратурой искусственных спутников Земли отраженный от дневной поверхности солнечный свет модулируется низкочастотными электромагнитными и сейсмамагнитными сигналами, коррелированными с геологическим строением литосферы, в состав которой входят и нефтяные и газовые месторождения.

Электромагнитные возмущения нефтяных и газовых месторождений возникают за счет термобарических условий, в которых они находятся, от приливных и отливных воздействий других планет солнечной системы. Характеристическая электромагнитная волна с заданной частотной характеристикой, несущая информацию о больших скоплениях угле-

водородов фиксируется определенным образом на космическом снимке и это открыло путь к выявлению уже открытых и пока еще не открытых месторождений.

Для проведения квантово-оптической фильтрации космоснимков была создана специализированная лаборатория. Для работы используются мульти – и гиперспектральные спутниковые снимки, в зависимости от поставленных задач и изучаемой территории. Спектральный диапазон, охватываемый снимок, должен составлять от 0,6 до 3 микрометров. Технология многократно апробирована на хорошо изученных месторождениях Томской, Омской, Иркутской, Тюменской области, Красноярского края, Хакасии, Вьетнама, Афганистана. После того как были получены данные о работоспособности этой технологии были проведены поисковые работы на территории Красноярского края, Омской, Томской области, Ливана, Сирии, Китая, Дальнего Востока России, в Тимано-Печерской нефтегазоносной провинции. Везде были выявлены десятки крупных и мелких по площади прогнозируемые месторождения, а также ранее открытые бурением месторождения, где они имелись. В зонах прогнозируемых месторождений где проводилось бурение открыты два газовых (Берямбинское, Абаканское) и одно нефтяное месторождение (Камовское) в Красноярском крае.

В Томской области поисковая скважина, заложенная только по результатам данной технологии в зоне слияния рек Томи и Оби вскрыла 8 горизонтов с явными признаками нефтегазоносности в отложениях палеозоя, юры, неокома и сеномана. Работы, направленные на открытие в этом районе месторождения продолжаются. Планируется бурение не менее еще 3 скважин. Положительные отзывы о данной технологии получены от ряда организаций, в том числе от дочерних предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» и НК «ЛУКОЙЛ». Все это свидетельствует о высокой эффективности данной технологии и возможности её использования для выявления границ прогнозируемых месторождений на востоке Томской области.

Первоначальным объектом для исследований был выбран участок, расположенный в 20-25 км от поселка Красный Яр расположенный на правом берегу реки Оби. Он привлек внимание тем, что на одной из топографических карт рядом со скважиной, пробуренной в 1956 году, стояло слово «нефт». Это давало основание полагать, что при бурении структурной скважины исследователи 1956 года зафиксировали признаки нефти, а возможно и притоки нефти. Эта косвенная информация хорошо коррелировалась с результатами бурения скважины пробуренной в районе слияния рек Оби и Томи, земли которого более 50 лет считались бесперспективными.

После квантово-оптической обработки космоснимка территории прилегающей к скважине со словом «нефт» на топографической карте были получены границы прогнозируемого месторождения (рисунок 1). По длинной оси прогнозируемое месторождение в районе Красного Яра Томской области протянулось с юго-запада на северо-восток на 34 км, по короткой оси – с северо-запада на юго-восток на 22 км.

Месторождение такого размера, при мощности пласта в 4 метра и средних значениях подсчетных коэффициентов формулы подсчета запасов для Томской области может содержать геологические запасы нефти в объеме 259 млн. тонн. Сигнал пространственно-частотной структуры электромагнитного поля углеводородов зафиксирован оператором красным цветом. При внимательном визуальном изучении космоснимка можно заметить, что выявленное прогнозируемое месторождение приурочено к крупной кольцевой структуре, что является дополнительным косвенным признаком наличия месторождения.

По крайней мере, специалисты занимающиеся дешифрированием аэро – и космоснимков рассматривают кольцевые структуры как благоприятный объект, для формирования залежей полезных ископаемых связывая их с проявлением палеовулканизма.

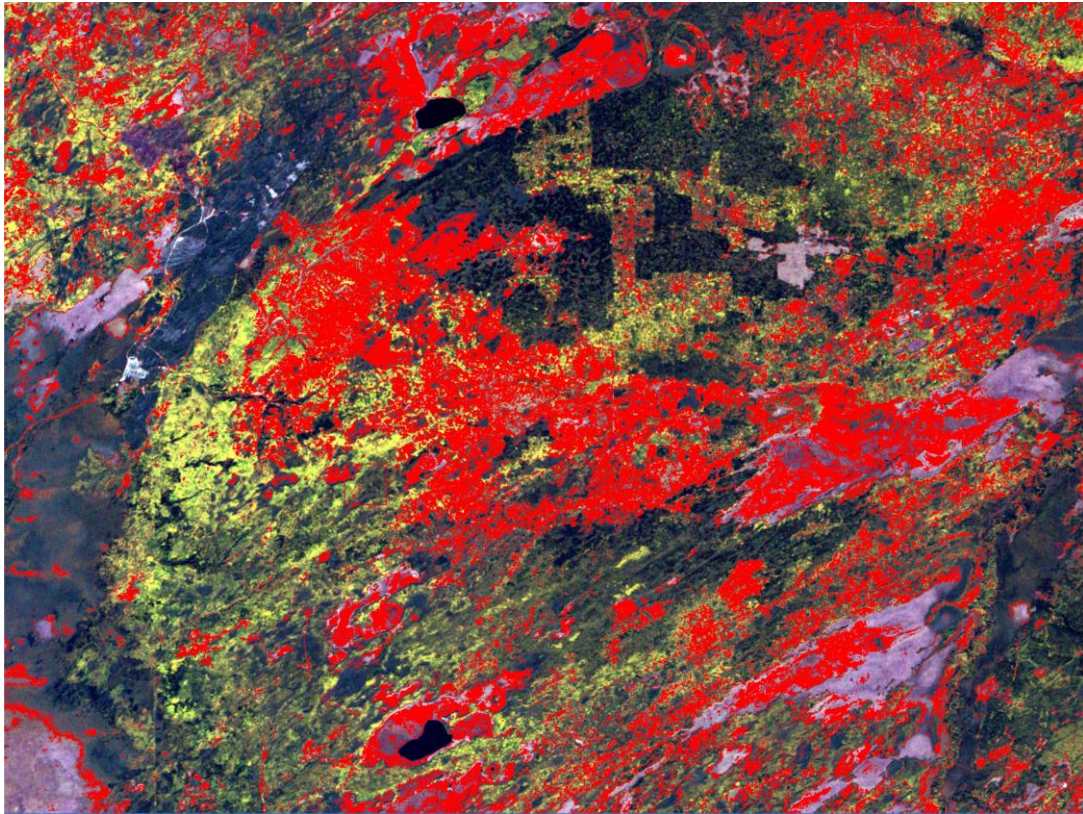


Рисунок 1 – Границы прогнозируемого месторождения, выявленного после квантово-оптической фильтрации космоснимков в районе села Красный Яр. Восток Томской области

Следующий район для выявления границ прогнозируемых месторождений выбирался по результатам сопоставления серии региональных геолого – геофизических профилей построенных по трем базовым отражающим сейсмическим горизонтам ( $\Phi_2$ , Па, IV) с палеотектоническими профилями построенными на момент формирования подошвы баженновской и алымской свит. Зоны, где по этим данным фиксировались структуры длительного роста, предполагалось наличие благоприятных условий для формирования месторождений. Таким наиболее привлекательным районом оказался район, прилегающий к поселку Белый Яр.

Кроме того положительным моментом рассматривался тот факт, что к этому поселку тянется действующая железнодорожная магистраль Томск – Белый Яр, что будет способствовать освоению будущего нефтегазодобывающего района зоны ВСТО. Была проведена квантово-оптическая фильтрация серии космоснимков которая позволила выявить не только границы 4 прогнозируемых месторождений, но в определенной степени показать роль тектонических нарушений в их строении. На рисунке 2 показаны границы прогнозируемого месторождения выявленные с помощью этой инновационной технологии. Оно расположено в 20-25 км от села Ягодное, восток Томской области. Площадь этого место-

рождения составляет 182 км<sup>2</sup>. Месторождение с такой площадью и средневзвешенной мощностью продуктивного пласта в 4 метра способно контролировать геологические запасы нефти в объеме 63 млн. тонн. В левом нижнем углу, приведенного на рисунке 2 космоснимка видны фрагменты промышленной инфраструктуры представленной линией железной дороги и высоковольтной электролинией. Эта имеющаяся инфраструктура будет способствовать поисково-разведочным работам на нефть и газ и развитию нефтегазодобывающей отрасли. В связи с этим этот район может рассматриваться как один из первоочередных для постановки поискового бурения, а в случае получения промышленного притока углеводородов в первой поисковой скважине и для постановки площадных сейсмических работ.

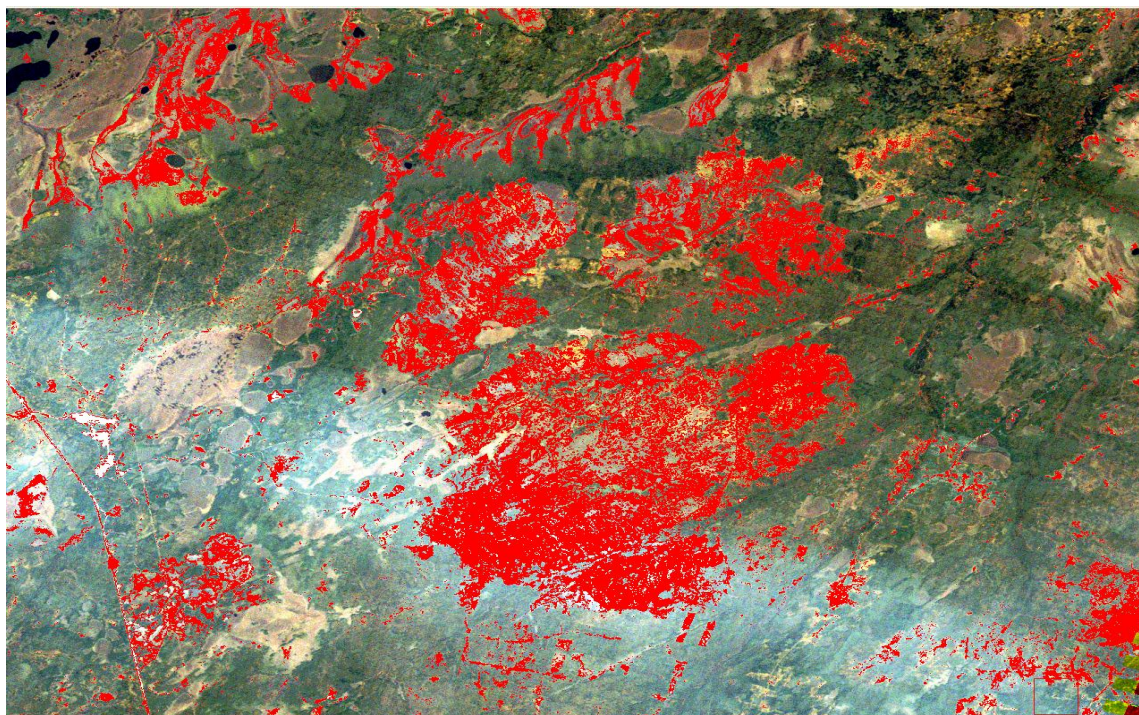


Рисунок 2 – Границы прогнозируемого месторождения, выявленного после квантово-оптической фильтрации космоснимков в районе села Ягодное. Восток Томской области

На рисунке 3 можно наблюдать границы прогнозируемого месторождения выявленно-го после квантово-оптической обработки космоснимка территории прилегающей к поселку Сайга. Восточная часть Томской области.

Площадь этого месторождения около 408 км<sup>2</sup>. Такое месторождение в соответствии с ранее принятыми параметрами может контролировать геологические запасы нефти в объеме 141 млн. тонн нефти.

Не менее важные результаты были получены после обработки космоснимка охватывающего территорию поселков Центральный и Дружный, расположенных на правом берегу реки Обь Томской области (рисунок 4).



Рисунок 3 – Границы прогнозируемого месторождения, выявленного после квантово-оптической фильтрации космоснимков в районе села Сайга. Восток Томской области

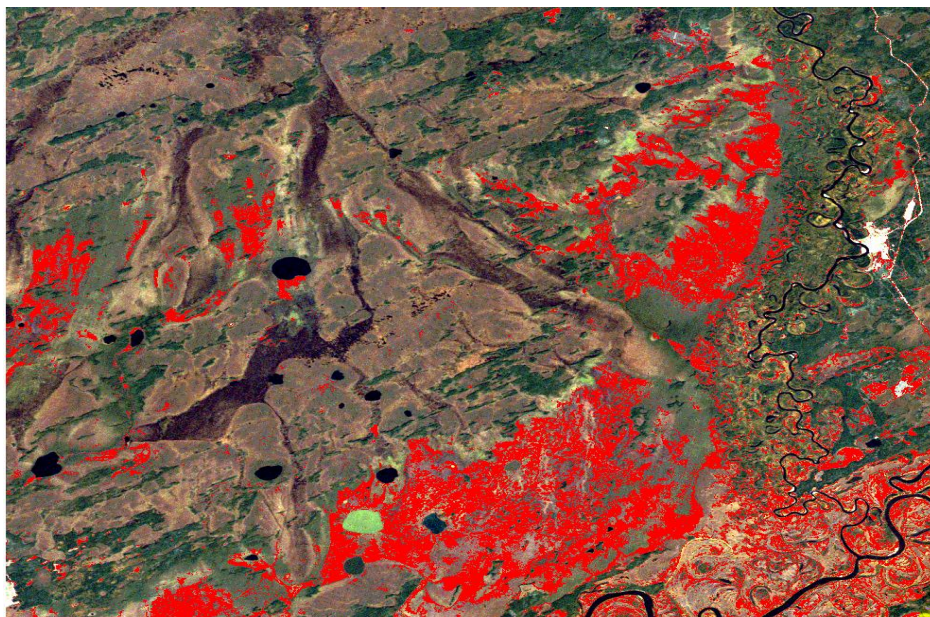


Рисунок 4 – Границы прогнозируемого месторождения, выявленного после квантово-оптической фильтрации космоснимков в районе поселка Дружный. Восток Томской области

По полученным данным можно предположить, что данное месторождение разбито тектоническим нарушением на две части. Площадь двух частей этого месторождения составляет по нашим оценкам  $244 \text{ км}^2$ , что позволяет этому месторождению в соответствии с ранее принятыми условиями контролировать геологические запасы нефти до 83 млн. тонн.

Сложность геологического строения прогнозируемых месторождений на востоке Томской области (рисунок 5), можно продемонстрировать, на выявленном с помощью инновационной технологии месторождении в районе среднего течения реки Левая Утка.

Блоковое строение выявленного месторождения совершенно очевидно. Блоки формируются четко выдержанными разломами, по которым устремляются русла рек. Суммарная площадь нефтегазоносности прогнозируемого месторождения 168 км<sup>2</sup> и оно по нашим расчетам может контролировать до 58 млн. тонн нефти геологических запасов.

Таким образом, только на относительно не большой части территории востока Томской области, которая была изучена с помощью квантово-оптической фильтрации космоснимков, удалось выявить границы пяти прогнозируемых месторождений способных контролировать геологические запасы нефти в объеме 604 миллиона тонн. При этом часть выявленных месторождений расположено в зоне действия железной дороги и высоковольтных линий электропередач. Логично в пределах выявленных прогнозируемых месторождений наметить границы лицензионных участков и предоставить их недропользователям для поисков с целью их открытия глубоким бурением, которое только и может поставить окончательную точку в острых дискуссиях о перспективах нефтегазоносности востока Томской области, которая длится уже более 50 лет.



Рисунок 5 – Границы прогнозируемого месторождения, выявленного после квантово-оптической фильтрации космоснимков района реки Левая Утка. Восток Томской области

Однако привлечь инвестиции на выявленные прогнозируемые месторождения будет довольно сложно. В связи с тем, что в России, в большей степени прислушиваются к рекомендациям исходящих от признанных авторитетов, академиков, чем к реально обоснованным

ванным фактам. Конечно, время расставит всё на свои места, но трагедия заключается в том, что у России уже нет времени, она остро нуждается в ускоренном воспроизводстве запасов нефти и газа, да и других полезных ископаемых. Губкин И.М. подчеркивал, что поиски нефти и газа всегда связаны с определенным риском, главное есть ли основания для этого риска (Губкин И.М., 1933 г.).

Полученные данные и десятилетний опыт использования квантово-оптической технологии обнаружения границ прогнозируемых месторождений нефти и газа убедительно свидетельствуют, что все основания для разворота широкого фронта поисковых работ на нефть и газ востоке Томской области имеются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богачев С.Ф. О работе нефтедобывающей и горнодобывающей отраслей в Томской области в 2011 году и планах на 2012 год. // Томские недра. – ИД «Томский потенциал», Томск. – 2012. – Специальный выпуск. – С. 10-12.

2. Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти // Изв. АН СССР. Сер. Геол. – 1967. – № 11.

3. Главная фаза нефтеобразования / Н.Б.Вассоевич, Ю.И.Корчагина, Н.П. Лопатин, В.В.Чернышев. Вестн. МГУ. – Сер. 4. Геология. – 1969. – № 6.

4. Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. – М.: Недра, 1984. С. 16-65.

5. Конторович А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири. / А.Э.Конторович, И.И.Нестеров, Ф.К.Салманов и др. – М.: Недра, 1975.

6. Конторович А.Э., Костырева Е.А., Меленевский В.Н. и др. Геохимические критерии нефтегазоносности мезозойских отложений юго-востока Западной Сибири (по результатам бурения скважин Восток – 1, 3, 4) // Геология нефти и газа. – 2009. – № 1. – С. 4-12.

7. Ростовцев В.Н., Резник С.Н. Юрский комплекс Чулым-Тымского междуречья – перспективный объект для поисков нефти и газа в правобережье Оби Томской области. – Томск: Изд-во Том ун-та, 2004. – 164 с. + 64 с. цв. вкл.

8. Ростовцев В.В., Баландин С.Ф., и др. Энергоинформационные технологии на основе частотной фильтрации тонких энергий // Газовая промышленность – 2000. – 2000. – № 9. – С. 43-45.

9. Ростовцев В.В., Ростовцев В.Н. Оценка перспектив нефтегазоносности юго-востока Западной Сибири инновационной технологией // Вестник российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2010. – Вып. 12. – С. 80-85.

10. Ростовцев В.В. Перспективы нефтегазоносности юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: монография. – Томск: из-во Томского политехнического университета, 2012. – 240 с.

11. Саньяник В.В., Зайцева Ю.Л. Тищенко В.М. и др. Перспективы освоения юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в рамках наращивания ресурсной базы ВСТО // Геология нефти и газа. – М.: 2012. – № 1. – С. 43-53.

12. Сурков В.С. Нефтематеринские толщи в нижне-среднеюрском комплексе юга Западной Сибири (Томская область) / В.С. Сурков, О.В.Серебренникова, а.М.Казаков и др. // Докл. АН СССР – Т.359. – № 5, 1998.

13. Сурков В.С. Седиментогенез и геохимия ниже-среднеюрских отложений юго-востока Западной Сибири / В.С.Сурков, О.В.Серебренникова, А.М.Казаков и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999

14. Смирнов Л.В., Еханин А.Е., Сурков В.С. (научный руководитель) Определение начальных геологических ресурсов УВ в нижнесреднеюрских отложениях восточных районов Томской области (предварительная оценка) //отчет СНИИГГиМС. Новосибирск; Томск, 1997. С. 3-165.

15. Фомичев А.С., Конторович А.Э., Ларичев А.И. (научные руководители). Комплексная интерпретация геохимических данных, составление атласа среднемасштабных геохимических карт с целью оценки перспектив нефтегазоносности палеозойских и нижеюрских отложений Томской области. //отчет СНИИГГиМС. Новосибирск, 1997. Кн. 3 С. 18-116.

УДК 622.271.625:665.612.2 (571.16)

*С.И. Паньчев*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛУГИНЕЦКО-ПУДИНСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Одним из основных требований по рациональному использованию и охране недр в соответствии со статьей 23 Закона Российской Федерации «О недрах» является наиболее полное извлечение основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов.

В настоящее время лицензионные соглашения по освоению месторождений предусматривают сжигание на факелах не более 5 % попутного газа. В соответствии с постановлением Правительства РФ на уровень использования 95 % от объема добытого газа необходимо было перейти к 2011 году. В реальности же этот показатель не достигнут до настоящего времени.

Постановлением Правительства РФ от 8 ноября 2012 года № 1148 «Об особенностях исчисления платы за выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа» определен 95 %-ый уровень использования попутного нефтяного газа (ПНГ). При превышении предельно допустимого значения показателя сжигания ПНГ исчисление размера платы за выбросы в атмосферный воздух осуществляется с применением дополнительных коэффициентов (2013 год – 12, с 2014 года-25).

На территории Томской области открыто 128 месторождений нефти и газа. Сведения о количестве месторождений в распределённом и нераспределённом фонде месторождений приведены в таблице 1.

Начальные разведанные запасы категорий А+В+С1 составляют: нефти – 691 млн. т; свободного и растворённого газа – 361 млрд. м<sup>3</sup>; конденсата – 34 млн.т.



Накопленная добыча достигла: нефти – 318 млн.т.; свободного и растворённого газа – 84 млрд. м<sup>3</sup>; конденсата – 6,4 млн.т.

Таблица 1 – Сведения о месторождениях распределённого и нераспределённого фонда

Месторождения	Всего	Распределенный фонд	Нераспределенный фонд
Всего	128	113	15
нефтяных	100	87	13
нефтегазоконденсатных	20	18	2
газоконденсатных	8	8	

Поиски, разведку, добычу нефти и газа на территории области осуществляют 35 предприятий. Из них 22 предприятия имеют лицензии с правом добычи. Добычу осуществляют 15 предприятий.

В настоящее время действует 100 лицензий.

Крупнейшим недропользователем остаётся ОАО «Томскнефть» ВНК, находящееся в корпоративном подчинении НК «Роснефть» и НК «Газпромнефть».

С середины 90-х годов стабильно функционирует – ОАО «Востокгазпром».

Начиная с 2004 года, освоением нефтяных запасов области активно занимаются такие компании как «РуссНефть», «Империал Энерджи», «Газпромнефть-Восток». В геологическое изучение и разработку месторождений вкладывается британский, шведский, германский, венгерский, индийский, швейцарский, норвежский, казахстанский капитал.

В 2013 году в Томской области добыто 11,3 млн.т. нефти, 5,1 млрд. м<sup>3</sup> газа и 479 тыс.т. газового конденсата.

Объём добычи нефти ОАО «Томскнефть» ВНК за 2013 год составил 6,8 млн. тонн. Рубежа по добыче нефти в 1 млн.т. в год достигли ООО «Газпромнефть-Восток», ОАО «Томскгазпром», ООО «Томская нефть».

В 2013 году при разработке месторождений Томской области общая добыча попутного нефтяного газа составила 2,9 млрд. м<sup>3</sup>. Использовано 2,2 млрд. м<sup>3</sup>; 0,7 млрд. м<sup>3</sup> сожжено на факелах.

Таким образом, уровень использования попутного нефтяного газа в Томской области составляет 76 %, что соответствует среднероссийским показателям.

Динамика уровней добычи и использования попутного нефтяного газа приведена на рисунке 1.

Основные направления использования ПНГ приведены на рисунке 2.

Проблемы использования попутного нефтяного газа в Томской области изложены в работах [1, 2].

Характерной особенностью размещения месторождений на территории Томской области является то, что большинство месторождений находятся в труднодоступных малонаселенных районах, удаленных от магистральных нефте- и газопроводов, крупных населенных пунктов и промышленных центров.

Чрезвычайная разбросанность месторождений по региону (свыше 400 км с юга на север области, и более 200 км с запада на восток), удаленность от промышленных центров и коридоров коммуникаций, а также большие расстояния между группами месторожде-

ний (от 150 до 250 км), т.е. так называемый, «островной» характер размещения значительно затрудняет создание единой системы сбора, потребления и переработки газа.

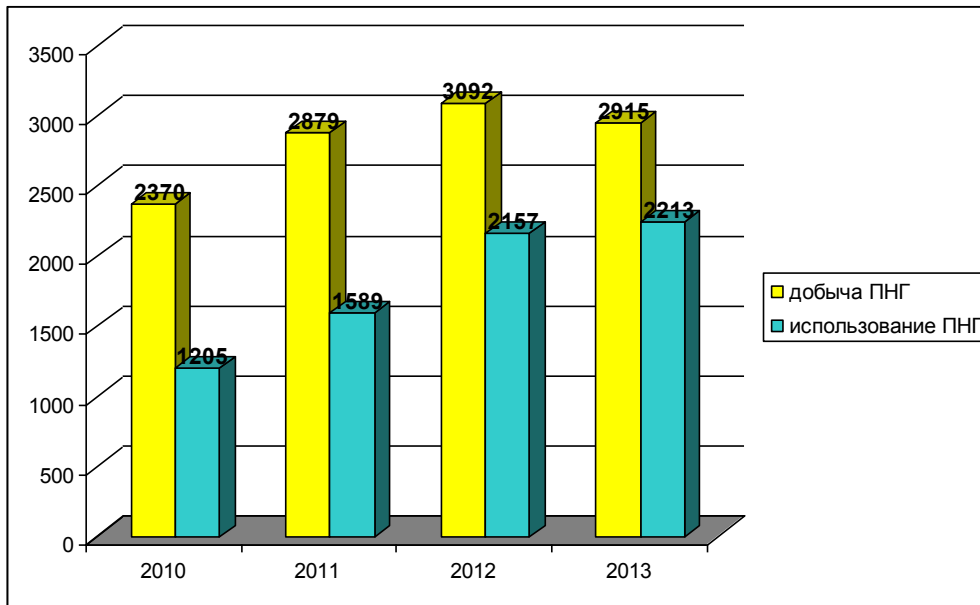


Рисунок 1 – Динамика добычи и использования ПНГ (млн. м³)

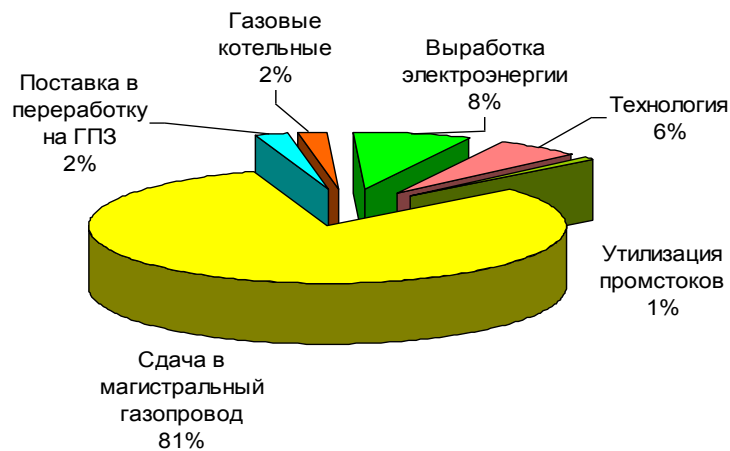


Рисунок 2 – Основные направления использования ПНГ

Наиболее сложная ситуация в Лугинецко-Пудинском нефтегазодобывающем районе. Здесь месторождения характеризуются высоким газосодержанием нефти.

На месторождениях этого района, не освоенных разработкой, находятся на балансе запасы нефти в объеме более 20 млн. т, ввод которых сдерживается отсутствием решения вопросов рационального использования ПНГ.

Лугинецко-Пудинская группа включает в себя 25 нефтяных, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений (рисунок 3). Основными недропользователями здесь являются ОАО «Томскнефть» ВНК (дочернее предприятие «Роснефти» и «Газпром нефти»), ОАО «Востокгазпром» (дочернее предприятие ОАО «Газпром»), ООО «Газпромнефть-Восток» (дочернее предприятие «Газпром нефти»). Суммарный годовой объ-

ём добычи ПНГ этих трёх недропользователей составляет 98 % от общего объёма ПНГ по Лугинецко-Пудинскому району.

В 2013 году годовая добыча ПНГ по этому району составила 2,5 млрд. м<sup>3</sup>, что составляет 86 % от общего объёма добытого по Томской области попутного нефтяного газа.

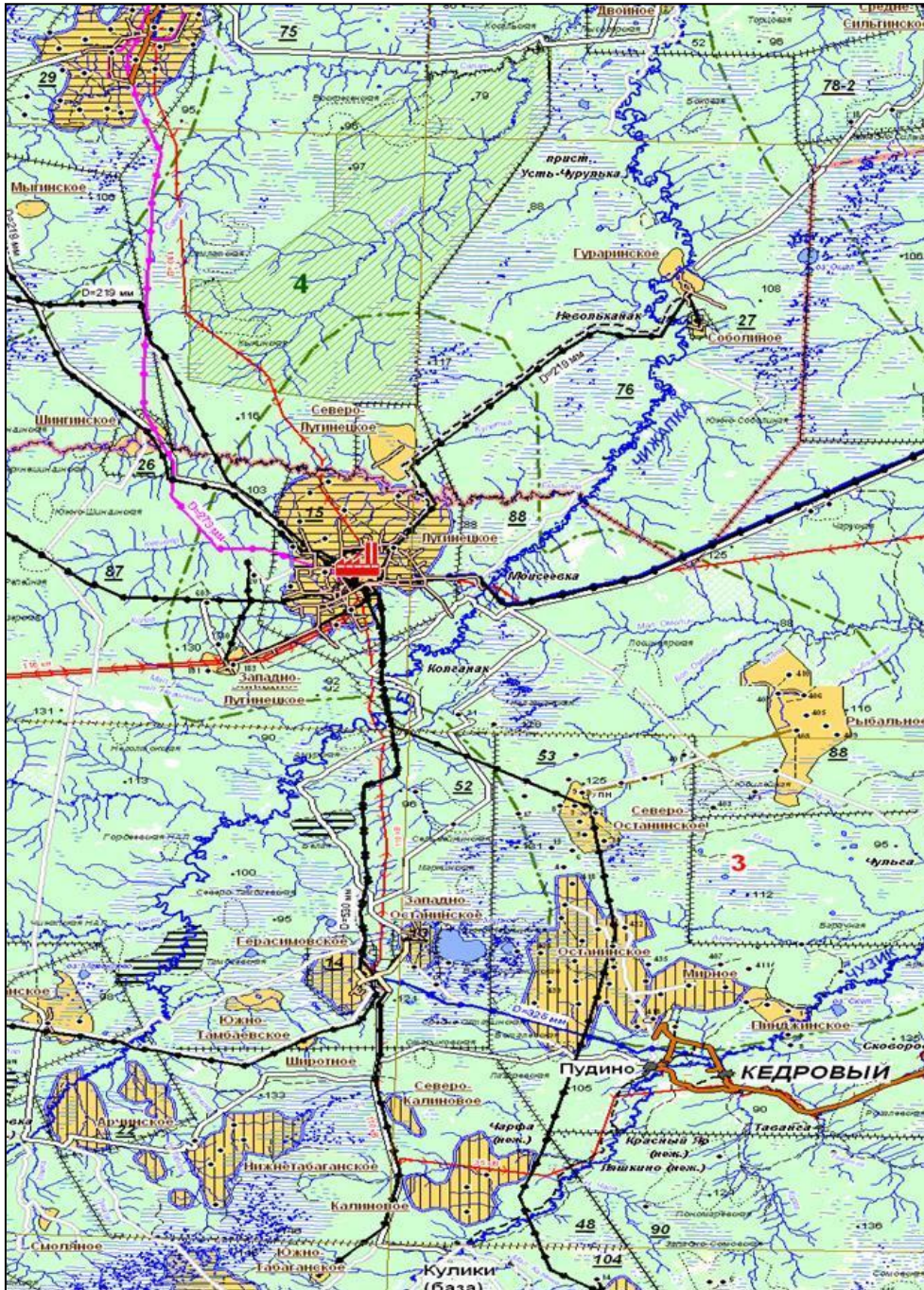


Рисунок 3 – Обзорная карта Лугинецко-Пудинского района добычи

Использовано 2 млрд. м<sup>3</sup> газа. Уровень использования ПНГ составил 80 %.

Рассмотрим сложившуюся в Лугинецко-Пудинском районе инфраструктуру по сбору, подготовке и транспортировке ПНГ.

### ОАО «Томскнефть» ВНК.

Реализация газовой программы ОАО «Томскнефть» ВНК в Лугинецко-Пудинском нефтегазодобывающем районе основана на использовании существующей инфраструктуры. К основным элементам этой инфраструктуры относятся Лугинецкая газокомпрессорная станция и газопровод Лугинецкое-Парабель.

В 2013 году 1,2 млрд. м<sup>3</sup> ПНГ после подготовки на Лугинецкой газокомпрессорной станции (ГКС) в виде сухого отбензиненного газа (СОГ) поставлено в газотранспортную систему ОАО «Газпром».

ОАО «Томскнефть» ВНК разработаны мероприятия по месторождениям Лугинецкого-Пудинского района, где для достижения уровня использования ПНГ 95 % требуется строительство концевой дожимной компрессорной станции (ДКС) в п. Парабель, что также позволит утилизировать газ Герасимовского и Западно-Останинского месторождений.

### ОАО «Томскгазпром»

В 2009 году ОАО «Томскгазпром» введено в разработку Казанское нефтегазоконденсатное месторождение и начата добыча нефти. Объём добычи нефти за 2013 год составил 919 тыс.т.

В период 2010-2011 гг. для транспортировки неподготовленного ПНГ построены газокомпрессорная станция на Казанском месторождении и газопровод Казанское НГКМ – Мыльджинское ГКМ протяжённостью 206 км. Попутный газ транспортируется до Мыльджинского ГКМ на установку комплексной подготовки газа (УКПГ) в мультифазном потоке, где представлена широкая группа углеводородов, причём часть из них в жидком виде. Процесс перекачки мультифазного потока возможен только в условиях постоянного турбулентного режима. Для этого требуется поддерживать давление на входе в газопровод, равное 10 МПа. Пропускная способность газопровода составляет 500 млн. м<sup>3</sup> в год. Объём инвестиций для реализации проекта составил 3 млрд. рублей. После подготовки на Мыльджинской УКПГ сухой отбензиненный газ сдаётся в систему магистральных газопроводов ОАО «Газпром».

В 2013 году начата реализация второй очереди проекта. На Казанском месторождении будет расширена компрессорная станция и построена установка комплексной подготовки газа. Ведётся строительство газопровода Казанское НГКМ – Мыльджинское ГКМ, производительностью 1 млрд. м<sup>3</sup> в год. Инвестиции в строительство названных объектов составляют 7 млрд. рублей.

В процессе ввода в разработку других месторождений Пудинской группы (Болтное, Северо-Останинское, Останинское, Мирное, Пинджинское, Рыбальное) попутный нефтяной газ с этих месторождений будет также подаваться в газопровод.

### ООО «Газпромнефть- Восток»

К настоящему времени ООО «Газпромнефть-Восток» построил газопровод с Шингинского месторождения на Лугинецкую ГКС производительностью 60 млн. м<sup>3</sup> в год.

Для эффективного использования ПНГ ОАО «Томскнефть» ВНК, НК «Роснефть», ООО «Газпромнефть-Восток», НК Империл Энерджи и других недропользователей, осуществляющих разработку месторождений в Лугинецко-Пудинском нефтяном районе, институт «ТомскНИПИнефть» по рекомендации Администрации Томской области и заказу ОАО «Газпром нефть» и в 2009 году рассмотрели несколько возможных вариантов

использования ПНГ на месторождениях Лугинецко-Пудинской группы, в том числе строительство крупной электростанции мощностью до 300 Мвт на Лугинецком месторождении, переработка ПНГ на малотоннажных установках непосредственно на промыслах с получением продуктов нефтехимии, синтетической нефти и др.

Оптимальным вариантом признано объединение ресурсов недропользователей для строительства системы сбора газа, газопровода и газоперерабатывающего завода в районе города Барабинск Новосибирской области.

В Северном районе Новосибирской области расположено несколько месторождений, в том числе Верх-Тарское, разрабатываемое компанией ТНК-ВР. Попутный нефтяной газ с этих месторождений предлагалось также использовать в этом проекте.

Протяжённость газопровода составит 290 км. По новому газопроводу предполагается транспортировать неподготовленный газ, на заводе он будет перерабатываться в пропан-бутановую смесь, дизельное топливо, бензин, сырье для нефтехимии и др.

Результаты технико-экономического решения, подготовленного институтом «ТомскНИПИнефть», рассмотрены в ОАО «Газпром нефть» и переданы в компанию «Роснефть». К сожалению, положительного решения по реализации этого проекта в компании «Роснефть» до сих пор не принято. Основной причиной является отсутствие в компании конкретных планов по разработке принадлежащего ему лицензионного участка, включающего в себя Калиновое, Северо-Калиновое и Нижне-Табаганское месторождения. Запасы нефти этой группы месторождений составляют 7,5 млн. т, ресурсы попутного нефтяного газа – 30 млрд. м<sup>3</sup>.

Без использования этих ресурсов реализация проекта невозможна.

При рассмотрении вариантов реализации проекта в компаниях «Роснефть» и «Газпром нефть» рассматривался и вариант транспортировки ПНГ Лугинецко-Пудинской группы месторождений на Томский нефтехимический комбинат с целью обеспечения его местным сырьём. В связи с высокой стоимостью строительства газопровода и газоперерабатывающего завода на площадке ТНХК, необходимы инвестиции порядка 40 млрд. рублей, положительного решения о реализации проекта компаниями не принято.

С целью определения дальнейшего направления работ по повышению эффективности использования попутного нефтяного газа Лугинецко-Пудинской группы месторождений Администрацией Томской области совместно с недропользователями и ООО «Сибур» создана рабочая группа. В настоящее время проводится подготовка и анализ информации.

Администрация Томской области систематически осуществляет координацию деятельности нефтедобывающих предприятий по повышению эффективности использования попутного нефтяного газа. Всеми нефтедобывающими предприятиями области разработаны программы по повышению эффективности использования ПНГ.

Состояние реализации этих мероприятий рассматриваются на ежегодных совещаниях органов исполнительной власти и предприятий нефтегазодобывающей и горнодобывающей промышленности Томской области. Кроме того не реже 2 раз в год проводятся тематические совещания с предприятиями по рассмотрению хода выполнения мероприятий. На этих совещаниях рассматриваются и перспективные научные разработки.

Ежегодно в рамках Сибирского форума недропользователей и предприятий ТЭК проводится круглый стол, на котором совместно с недропользователями рассматриваются инновационные разработки томских учёных по повышению эффективности использования ПНГ и перспективы их внедрения.

В рамках проведения «Дней науки и инноваций Томской области» в Ямало-Ненецком автономном округе в 2012 году (г. Салехард) и Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2013 году (г. Сургут) тематика по повышению уровня использования ПНГ рассмотрена на круглых столах с участием широкого круга специалистов и учёных регионов-участников. Доклады на круглых столах со стороны Томской области были представлены докторами наук Томского политехнического университета и Института химии нефти СО РАН.

В заключение следует отметить, что повышение использования эффективности использования попутного нефтяного газа является одним из ключевых резервов для осуществления в России программы ресурсо и энергосбережения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князев М.А., Лукьянов В.Г. Проблемы использования попутного нефтяного газа в Томской области и возможные пути их решения. // Вестник РАЕН (ЗСО). Кемерово, 2006. – Вып 8. – С. – 218 – 222.
2. Панычев С.И. Повышение эффективности использования попутного нефтяного газа при разработке месторождений Томской области // Вестник РАЕН (ЗСО). Кемерово, 2010. – Вып 12. – С. 91 – 97.

*А.С. Симачёв, М.В. Темлянецв, Т.Н. Осколкова*

## **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ МАРКИ Э76Ф**

При обработке давлением стали и сплавов одну из наиболее важных ролей в получении качественной продукции играет пластичность металла. В общем случае пластичность стали зависит от множества факторов. К основным из них относят химический состав, структуру металла, температуру, скорость деформации, напряженное состояние и историю нагружения [1]. Эти факторы не являются исчерпывающими. Практика исследования проблемы высокотемпературной пластичности стали показывает, что для одного и того же химического состава и одинаковых условий деформирования пластичность литой и катаной (кованой) или раскисленной по различным технологиям стали будет разной. Характерно, что даже для одного слитка или непрерывнолитой заготовки пластичность поверхностных и центральных слоев ощутимо различаются. Попытки ученых теоретическим путем определять пластичность стали не увенчались успехом. В связи с этим при современном уровне развития науки и техники единственным способом определить действительную пластичность металла остается эмпирический.

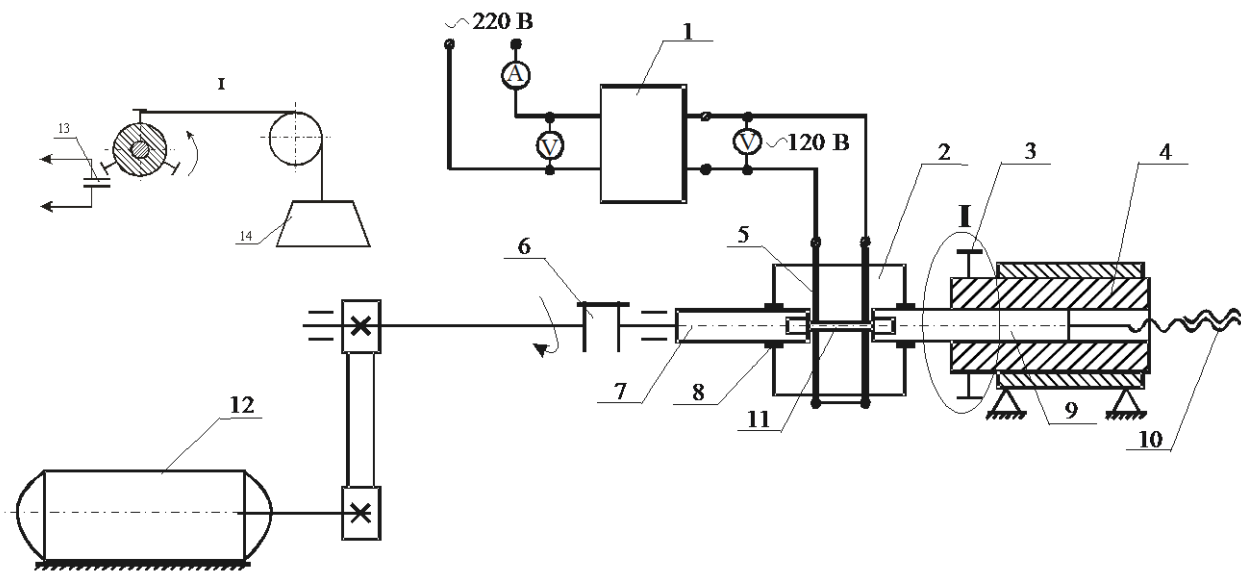
В существующих условиях функционирования металлургических предприятий исследования высокотемпературной пластичности стали приобретают особую актуальность. Сведения о ресурсе пластичности с одной стороны позволяют обеспечивать высокое качество металла без нарушений сплошности, рванин и трещин, с другой разрабатывать рациональные энергосберегающие режимы деформации, минимизирующие энергозатраты и соответственно себестоимость проката.

Рельсы являются стратегически важным видом стального проката. К его качеству предъявляются особые требования. Анализ специальной технической литературы показывает, что исследованию пластичности рельсовой стали посвящено относительно мало работ. Проведены лабораторные исследования для мартеповской стали, разлитой в изложницы. В частности в работе [2] представлены результаты исследования пластичности методом горячего скручивания мартеповской рельсовой стали марок М75 и М76, влияния на нее вида и расхода раскислителя. Установлено, что для литого металла пластичность ниже, чем для катанного, интервал максимальной пластичности соответствует температурам 1050 – 1150 °С.

По данным работы [3], методом испытаний на осадку установлено, что при температурах нагрева до 1200 °С признаки перегрева на образцах рельсовой стали отсутствуют полностью. При 1250 °С наблюдаются первые признаки перегрева, однако при осадке на 1/3 цилиндрических образцов диам. 25 и высотой 50 мм, нагретых до 1250 – 1300 °С, надрывов и разрывов металла не происходило. Нагрев до 1350 °С и осадка на 1/3 высоты приводят к образованию незначительных надрывов. Авторы работы [3] считают, что в интервале 900 – 1300 °С рельсовая сталь, разлитая в слитки или на машине непрерывного литья заготовок, имеет удовлетворительную пластичность.

В работах [4 – 7] исследованы рациональные температурные интервалы нагрева и прокатки рельсовой стали, однако большинство рекомендаций дано на основе теоретических исследований, сопоставления химического состава рельсовой стали с углеродистыми сталями близкого химического состава. Для обеспечения высокого качества проката и необходимого комплекса механических свойств рекомендовано нагрев непрерывнолитых заготовок рельсовой стали проводить до температур не более 1250 °С. Анализ литературных источников предопределил необходимость масштабных исследований пластичности рельсовой стали текущего производства.

В данной работе проведены исследования пластичности рельсовой стали марки Э76Ф, химический состав которой соответствует ГОСТ 51685 – 2000. Образцы для исследований вырезали из НЛЗ одной плавки из трёх зон по сечению (корковая зона, зона столбчатых кристаллов и осевая зона равноосных кристаллов) заготовки. Испытания на высокотемпературное кручение проводили с использованием цилиндрических образцов диам. 6,0 – 6,2 мм с длиной рабочей части 36 – 45 мм при температурах 950, 1050, 1150, 1250 °С. Время выдержки образцов при постоянной температуре составляло 5, 10 и 15 мин. Скорость деформации составляла 0,8 – 1 1/с. Эксперименты проводили на установке, схема которой представлена на рисунке 1.



1 – трансформатор; 2 – печь; 3 – стопорный винт; 4 – корпус для неподвижного вала; 5 – силовые нагреватели; 6 – фиксатор количества оборотов; 7 – вращающийся вал; 8 – огнеупорное уплотнение; 9 – неподвижный вал; 10 – винт-гайка; 11 – образец; 12 – электродвигатель; 13 – размыкающий контакт; 14 – груз

Рисунок 1 – Схема установки для исследования высокотемпературной пластичности металлов и сплавов

В качестве критерия пластичности использовали степень деформации сдвига, которую рассчитывали по соотношению

$$\Lambda_p = \pi d_0 Z / l_0,$$

где  $d_0$  и  $l_0$  – диаметр и длина образца, мм;  $Z$  – количество оборотов до разрушения.



На рисунке 2 представлены результаты экспериментов на горячее скручивание.

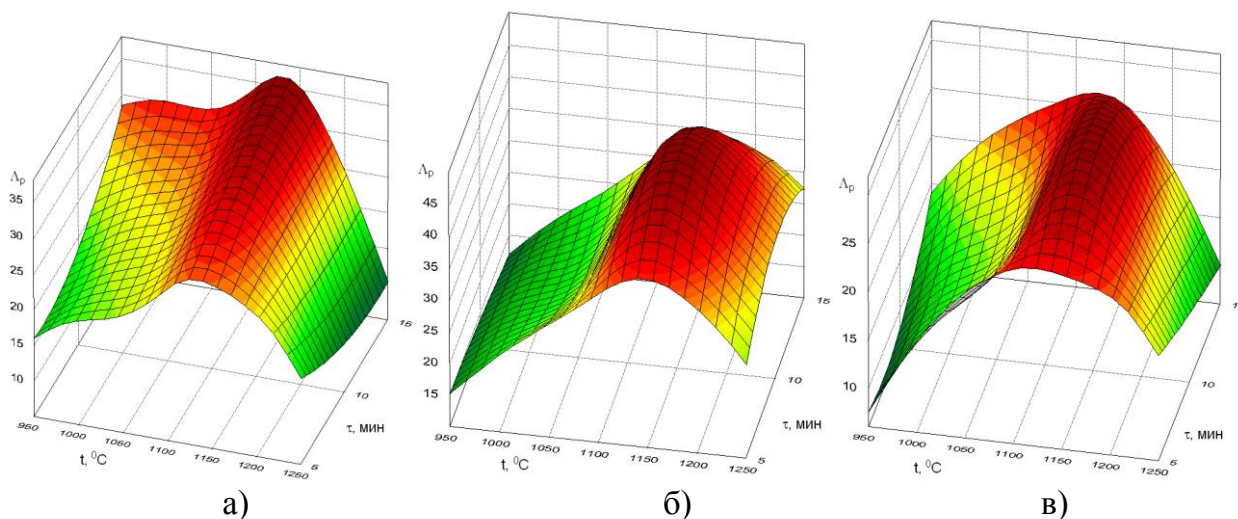


Рисунок 2 – Зависимости количества оборотов до разрушения от температуры нагрева и времени выдержки для образцов из корковой зоны а), зоны столбчатых кристаллов б) и осевой зоны равноосных кристаллов в)

Анализ результатов проведенных экспериментов показывает, что в целом во всем исследованном температурном интервале рельсовая сталь Э76Ф обладает достаточно высокой пластичностью. Для всех зон по сечению непрерывнолитой заготовки и времени выдержки максимальную пластичность рельсовая сталь показывает при температуре 1150 °С. Для корковой зоны степень деформации сдвига составила 36,5 при температуре 1150 °С и времени выдержки 15 мин. Для зоны столбчатых кристаллов степень деформации сдвига составила 46,5 и соответствует температуре 1150 °С и времени выдержки 10 мин. Пластичность осевой зоны равноосных кристаллов значительно ниже. Максимум  $\Delta_p$  составляет 30,7 и соответствует температуре 1150 °С и времени выдержки 10 мин. Характерно, что при увеличении температуры нагрева от 1150 до 1250 °С пластичность металла корковой и осевой зон снижается практически в два раза, в то время как для зоны столбчатых кристаллов  $\Delta_p$  снижается менее резко. Зона столбчатых кристаллов имеет наиболее высокое качество макроструктуры в ней фактически отсутствуют или развиты в меньшей степени ликвация, газовые поры, меньше загрязненность металла неметаллическими включениями. Эти факторы объясняют более высокую пластичность стали по сравнению с корковой и осевой зонами. Для металла последней характерны более развитая ликвация, пористость и рыхлость. Корковая зона характеризуется наличием подкорковых пузырей.

Непрерывнолитая рельсовая сталь Э76Ф по сравнению с разлитой в слитки М76 имеет более высокую пластичность, причем для последней максимальное количество оборотов 48 соответствует температуре 1100 °С [2]. Рельсовая сталь М75, разлитая в слитки имеет более высокие значения пластичности по сравнению с М76, максимальное количество оборотов достигает 60, причем при температуре 1050 °С [2].

Металлографические исследования показали, что образцы из различных зон НЛЗ, нагретые до 1150 °С и подвергнутые высокотемпературному кручению, имеют обезуглерожженный слой глубиной порядка 0,2 – 0,3 мм. По мере продвижения вглубь образца

толщина сплошной тонкой ферритной сетки по границам зёрен уменьшается и переходит на глубине  $\sim 0,3$  мм в разорванную. Величина зерна в данной области, определенная по ГОСТ 5639-82 соответствует № 4 – № 5.

Образцы из трёх зон НЛЗ, нагретые до  $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$  и подвергнутые высокотемпературному кручению, имеют несколько различающееся строение. У образцов из корковой зоны поверхностный обезуглероженный слой толщиной  $0,15 - 0,2$  мм представлен структурой видманшtedт (игольчатый феррит). Далее располагается слой частичного обезуглероживания толщиной  $0,5$  мм с крупным зерном (№ 3), плавно переходящий в структуру основного металла, с такой же величиной зерна. У образцов из зоны столбчатых кристаллов, выявлено частичное обезуглероживание на расстоянии  $0,5$  мм от поверхности, под которым располагается структура рельсовой стали, но с крупным зерном (№ 2). Ещё большее поверхностное обезуглероживание имеет образец, вырезанный из центральной зоны НЛЗ, его глубина достигает  $0,6 - 0,7$  мм. Глубже располагается структура стали по всему сечению образца с величиной зерна № 1, характеризующая перегретое состояние металла. Формирование дефектных структур с большой величиной зерна способствует потере пластичности стали, что подтверждается полученными экспериментальными данными.

Выводы. Лабораторные исследования показали, что для непрерывнолитой рельсовой стали Э76Ф текущего производства, микролегированной азотом и ванадием, температура максимальной пластичности составляет  $1150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перетягтько В.Н., Темлянцев М.В., Филиппова М.В. Развитие теории и практики металлургических технологий. Т. 2. Пластичность и разрушение стали в процессах нагрева и обработки давлением. – М.: Изд-во Теплотехник, 2010. – 352 с.
2. Ворожищев В.И. Состав и технология производства рельсов повышенной работоспособности. – Новокузнецк: Новокузнецкий полиграфический комбинат, 2008. – 351 с.
3. Исследование технологической пластичности рельсовой стали, разлитой в изложницы и на установке непрерывной разливки / Е.Р. Браунштейн, Т.П. Гуляева, В.С. Стариков, Н.М. Сорокин // Актуальные проблемы материаловедения в металлургии: Сб. тез. докл. – Новокузнецк: Изд. СибГГМА, 1997. С. 180.
4. В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.
5. Темлянцев М.В., Гаврилов В.В., Корнева Л.В., Сюсюкин А.Ю., Темлянцев Н.В. Нагрев под прокатку непрерывнолитых заготовок рельсовой электростали // Изв. вуз. Черная металлургия. 2005. № 6. С. 51 – 53.
6. Темлянцев М.В., Гаврилов В.В., Корнева Л.В., Кожеурова Л.Т. О выборе температурных режимов нагрева под прокатку непрерывно литых заготовок рельсовой электростали // Известия вузов. Черная металлургия. 2005. № 12. С. 47 – 49.
7. Темлянцев М.В., Колотов Е.А., Сюсюкин А.Ю., Гаврилов В.В. Разработка технологии нагрева рельсовых заготовок в методической печи с шагающими балками // Сталь. 2006. № 12. С. 33 – 35.

*А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков*

## **ГАЗОВЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ, ДЕЗАГРЕГАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОШКОВ**

### ***Введение***

Достижение требуемого гранулометрического состава порошкообразных материалов в производственных процессах обеспечивается за счет технологических операций диспергирования и классификации порошков, а контроль гранулометрического состава порошков осуществляется соответствующими приборами. В конце 50-х, начале 60-х годов во всех промышленно развитых странах начали интенсивно развиваться газовые методы измельчения [3, 4, 8]. Использование газа в качестве рабочей среды обладает рядом принципиальных преимуществ. Во-первых, с помощью газовых струй сравнительно легко реализовать высокоскоростное ударное взаимодействие частиц между собой и с отбойными поверхностями. Экспериментально же показано [3], что оптимальная скорость ударного разрушения лежит в интервале 200 – 300 м/с, т.е. на порядок превышает скорости, развиваемые в существующих измельчителях с мелющими телами. Пневматические измельчители наиболее подходят для реализации процесса сверхтонкого измельчения, когда степень измельчения  $>1000$ . Во-вторых, использование рабочего воздуха в качестве несущей среды для частиц позволяет рационально решить проблемы подачи материала в зону измельчения, сепарации измельченного продукта, возврата не измельченных фракций в рецикл, эффективного вывода измельченных частиц из мельницы. В-третьих, в газовых аппаратах легко организовать совмещение различных процессов переработки дисперсных материалов (измельчение, обогащение, классификация, смешивание, очистка от примесей, дезагрегация, гранулирование, сушка) и связь газовых измельчителей с другими аппаратами порошковой технологии [7].

В настоящей работе представлены результаты развития авторами газовых методов измельчения, дезагрегации и классификации для получения ультрадисперсных порошков твердых материалов.

### ***1. Установка получения ультрадисперсных порошков [6]***

В последнее время в высокоразвитых странах (Япония, Германия, США) получили развитие пневматические измельчители, у которых газовые струи затоплены в измельчаемый материал, находящийся в насыпном состоянии [7]. Эти аппараты еще не получили четкого общепринятого названия: «измельчители кипящего слоя», «струйные мельницы с флюидной аэрозольной постелью», «пневматические циркуляционные аппараты».

По принципу действия эти аппараты близки к струйным противоточным мельницам [3]. В камере измельчения расположены сопла, направленные навстречу друг другу. Измельчение происходит при интенсивном взаимодействии частиц между собой. В верхней части корпуса установлен воздушно-центробежный классификатор (ВЦК), который пропускает только частицы с размерами, меньшими заданного. Крупные частицы сбрасываются ротором классификатора в слой измельчаемого материала.

Так как ВЦК сбрасывает в исходный материал вместе с крупным порошком и часть мелких готовых частиц, для некоторых материалов и режимов бывает более эффективно организовать процесс извлечения готовой фракции в две стадии [7]. При этом классификатор настраивается на максимальное извлечение готовых частиц из аппарата, а их очистка от крупных включений осуществляется в пылеотделителе, из которого крупная фракция поступает в питающий эжектор.

В предлагаемом устройстве для измельчения и классификации высокодисперсных материалов (рисунок 1), включающем помольную камеру с эжектором, установлен блок центробежной сепарации крупных частиц. Пылеотделитель выполнен из последовательно установленных циклонов грубой и тонкой очистки, а эжектор помольной камеры выполнен с камерой, пневматически связанной с бункером циклона грубой очистки и с патрубком питателя, погруженным в слой псевдоожиженного исходного порошкообразного материала. Подробное описание устройства установки представлено в [7].

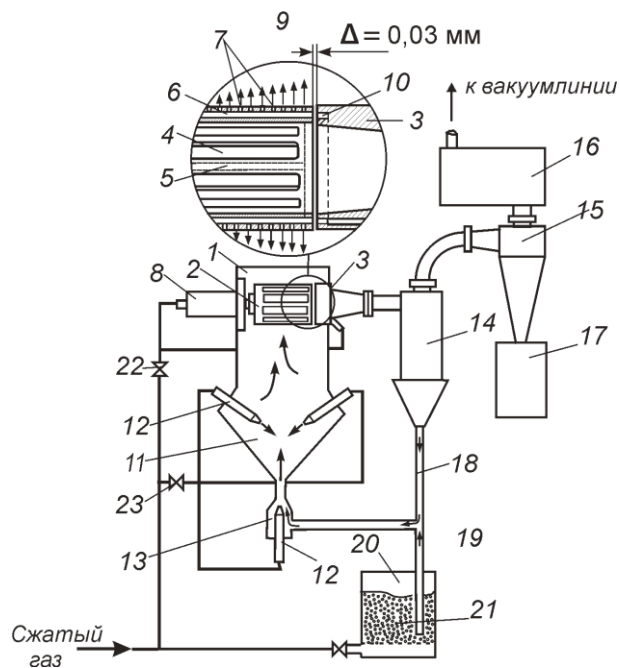


Рисунок 1 – Установка получения ультрадисперсных порошков

Экспериментальные исследования проводились на различных партиях детонационного алмаза и вюрцита, дисперсность которых характеризуется максимальным размером частиц 20 мкм и среднемассовым размером в диапазоне 5 – 10 мкм. Результаты испытаний, приведенные на рисунке 2, показывают, что на данной установке возможно получение ультрадисперсных порошков детонационного алмаза с максимальным размером частиц до 3 мкм. Имеется возможность также регулирования средневесового размера частиц в пределах 0,3 – 7 мкм.

Проведенные исследования воздушно-центробежной классификации различных абразивных материалов показали перспективность применения представленной конструкции в абразивной промышленности и возможности значительной интенсификации произ-

водств абразивных материалов и микропорошков с применением пневматической технологии переработки дисперсных материалов.

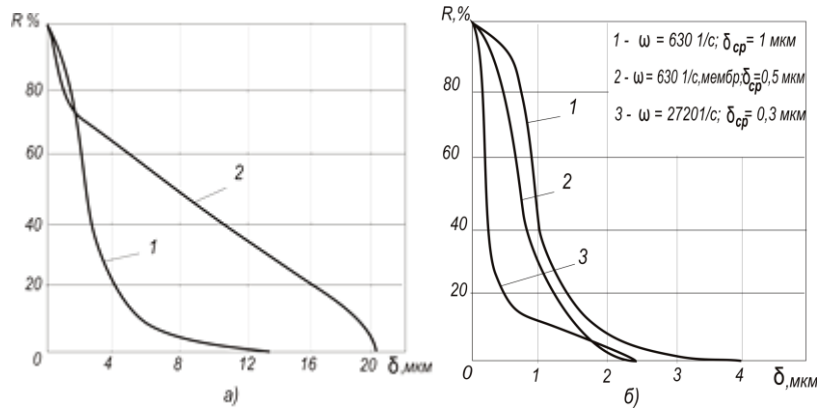


Рисунок 2 – Исходный состав (а) детонационного алмаза (1) и вюрцита (2) и продукты разделения (б) детонационного алмаза

Технико-экономические преимущества по сравнению с известными изобретениями состоят в повышении эффективности классификации на 10 – 12% в диапазоне размеров частиц менее 5 мкм.

## 2. Установка дезагрегации и классификации агломерируемых порошков

Как отмечалось выше, физико-механические свойства порошков существенно влияют на эффективность классификации. Особенно снижают качество разделения порошки, склонные к агломерации. Поэтому одним из важных путей повышения эффективности классификации является дезагрегация исходных порошкообразных материалов. Для таких порошков предложен способ пневматической сепарации порошкообразных материалов и устройство для его осуществления [2]. Данный способ позволяет повысить эффективность разделения порошков, склонных к агломерации, за счет дезагрегации их на отбойной поверхности, выравнивания потока перед центробежной сепарацией, возврата крупной фракции и не дезагрегированного материала на рециркуляцию.

На рисунке 3 изображено устройство, реализующее предлагаемый способ. Блок 11 центробежной сепарации включает корпус, внутри которого на полом вала установлен ротор, состоящий из обтекателя 13, внутренних и внешних кольцевых дисков 14, образующих между собой сквозные радиальные полости. Ротор установлен в подшипниковом узле 15, расположенном в верхней части корпуса, и приводится во вращение через шкивы 16 электроприводом 17.

Способ реализуют следующим образом. Через загрузочный патрубок 2 бункер заполняют исходным материалом, затем через сопло 4 подают сжатый газ со скоростью 120 – 300 м/с, который эжектирует частицы из окружающего струю материала. В момент достижения частицами максимальной скорости осуществляется соударение их конусным отражателем 7. В результате этого часть материала, состоящая в основном из дезагрегированных агломератов, проходит в каналы, образованные взаимно перпендикулярными пластинами 10, а другая возвращается к зоне эжекции, где вновь захватывается газовой стру-

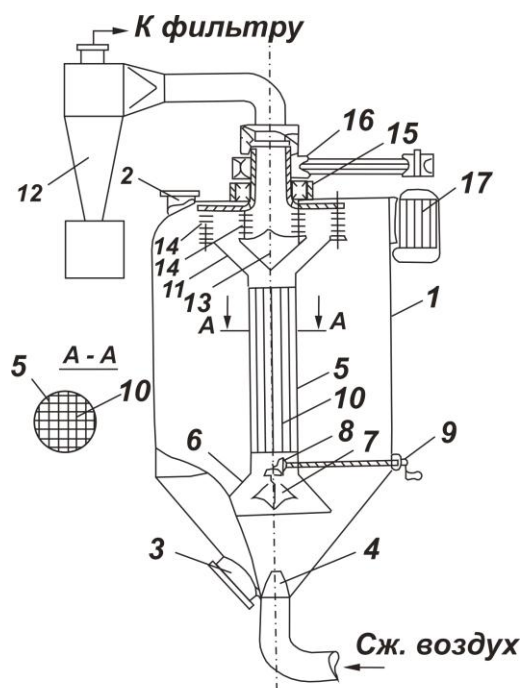


Рисунок 3 – Установка дезагрегации и классификации агломерируемых порошков

ей. При прохождении газовым потоком каналов снижаются турбулентные пульсации (происходит ламинизация потока). При этом крупные частицы и микроагломераты осаждаются на поверхности насыпного слоя и перемещаются под действием силы тяжести к зоне эжекции. Мелкая фракция улавливается в пылеотделителе 12. Размещение конусного отражателя 7 выбрано с учетом того, что на данном участке потока частицы достигают наибольшей скорости, необходимой для эффективной дезагрегации агломератов. Образующая кольцевая щель между раструбом 6 и коническим отражателем 7 регулируется перемещением отражателя 7 с помощью механизма 9. Ширина кольцевой щели определяется экспериментально для каждого материала и регулирует количество материала, поступающего в трубу ввода 5.

Для примера приведены результаты испытаний на полиэтилене ( $\delta < 70$  мкм) и фторопласте ( $\delta < 120$  мкм), которые характеризуют граничные свойства практически всего класса рассматриваемых материалов, производимых в промышленности.

Испытания проводились на различных скоростях. Сравнение эффективностей режимов проводилось по удельным энергозатратам, необходимым для выделения 75% мелкой фракции при заданной границе разделения.

**Пример 1.** Порошок из полиэтилена состоит из легко разрушаемых агломератов, максимальные размеры которых достигают 1 мм. Проводилась сепарация частиц с размерами меньше 20 мкм. Испытания проведены для скоростей газа 50, 100, 120, 150, 250 м/с. Показано, что минимальные энергозатраты достигаются при скорости газа 120 м/с и 95 % выхода частиц с размерами меньше 20 мкм обеспечиваются 5-ти кратной циркуляцией.

**Пример 2.** Фторопласт – порошок представляет собой «творожистую» массу, агломераты достигают размеров 5 – 10 мм. Сложность дезагрегации связана еще и с тем, что в материале содержится значительное количество остаточной влаги, которую нельзя полностью удалять без нарушения свойств самого материала и которая нужна на стадии грануляции. Сепарация проводилась по границе 20 мкм и при скоростях эжектирующей

струи 250, 270, 300, 320 м/с. Показано, что минимальные энергозатраты достигаются при скорости газа 280 м/с, а 80 % выхода частиц с размерами меньше 60 мкм обеспечиваются 6-тикратной циркуляцией.

Оптимизации режима движения в газовом потоке, дезагрегация порошков и циркуляция движения крупной фракции, повышает эффективность сепарации порошков высокомолекулярных полимерных материалов склонных к слипанию.

### 3. ВЦК с пульсирующим газовым потоком [6]

Задачей разработки данного ВЦК является повышение эффективности классификации и расширение диапазона регулирования границы разделения различных микропорошков, особенно в области размеров частиц менее 10 мкм.

Технический результат достигается созданием способа воздушно-центробежной классификации порошков, включающего ввод порошка и части воздушного потока в зону разделения, дезагрегацию порошка, классификацию порошка под действием центробежных и противоположно им направленных пульсирующих аэродинамических сил, вывод крупной и мелкой фракций.

Для мелких частиц порошка окружная компонента скорости частиц совпадает с окружной компонентой скорости газа. Приравнивая значение аэродинамической и центробежной сил и проводя соответствующие преобразования [7], получаем для частиц граничного размера:

$$\delta_{sp}^2 = \frac{V_r}{V_\varphi} R \frac{18\eta}{\rho_m}$$

Здесь  $V_r$  и  $V_\varphi$  – радиальная и окружная скорости несущего потока;  $R$  – радиус вращения частицы;  $\eta$  – коэффициент динамической вязкости газа;  $\rho_m$  – плотность частиц.

Величина  $\tau = \rho_m \delta^2 / 18\eta$  является временем динамической релаксации частицы, показывающая быстроту изменения динамических свойств частиц и газа. Установлено [7], что скорость движения частицы зависит помимо скорости газа и от параметра  $\tau$ . Если скорость воздушного потока является переменной величиной, то в зависимости от того, как быстро она меняется, степень увлечения частицы потоком газа будет зависеть от времени динамической релаксации.

Устройство для реализации данного способа показано на рисунке 4.

Приведем пример предварительного расчета необходимой частоты пульсаций при разделении кварцевого песка плотностью  $\rho_m = 2600 \text{ кг/м}^3$  по граничному размеру 5 мкм. Плотность воздуха  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , кинематическая вязкость  $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Рассчитаем время релаксации для частиц граничного размера

$$\tau = 2,6 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-12} / 18 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/с.}$$

Данное время релаксации обеспечивается частотой пульсаций  $f = 1/\tau = 0,5 \cdot 10^4 \text{ 1/с}$ .

Граничный размер 5 мкм в классификаторе с зоной сепарации радиусом 0,12 м и расходом несущего потока  $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$  обеспечивается скоростью вращения ротора  $\omega = 60 \text{ об/с}$ . Для реализации необходимой частоты пульсаций при заданном режиме разделения в дисках пульсатора должно быть выполнено  $n = f/\omega \approx 80$  окон.

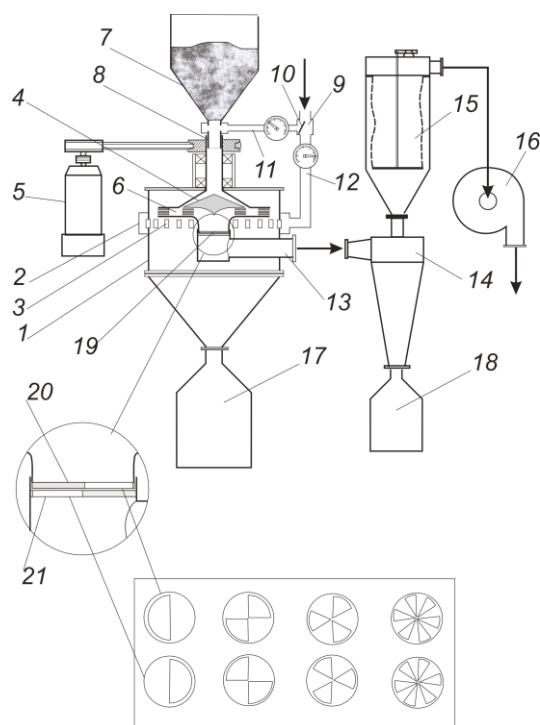


Рисунок 4 – Воздушно-центробежный классификатор с пульсирующим газовым потоком

Для граничного размера 10 мкм при тех же условиях и скорости вращения ротора  $\omega = 41$  об/с в дисках пульсатора необходимо выполнить 30 окон.

Для граничного размера 20 мкм при тех же условиях и скорости вращения ротора  $\omega = 41$  об/с в дисках пульсатора необходимо выполнить 13 окон.

### *Заключение*

Представленные в настоящей работе некоторые результаты показывают перспективность реализации газовых методов в процессах измельчения, дезагрегации и классификации для получения ультрадисперсных порошков твердых материалов. Более подробная информация о разработанных авторами способах и конструкциях новых установок, а также других устройств и приборов, связанных с получением и переработкой ультрадисперсных материалов, приведена в монографии [7].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. № 868481. МПК Q 01 N 15/02 Анализатор дисперсного состава порошков / Никульчиков В.К., Росляк А.Т., Бирюков Ю.А., Зятиков П.Н., Пшебыславский Н.П. // опубл. Б.И. № 36, 30.09.81
2. А.с. № 1273193 МПК B07B7/083 Способ пневматической сепарации порошкообразных материалов и устройство для его осуществления / Бирюков Ю.А., Росляк А.Т., Зятиков П.Н., Богданов Л.Н., Демиденко А.А., Шапилов Г.И. // опубл. Б.И. № 44, 30.11.86.
3. Акунов В.И. Струйные мельницы. – М.: Машиностроение, 1974. – 263 с.



4. Коузов П. А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – Л.: Химия, 1974. – 279 с.

5. Патент РФ № 2005564 МПК В07В7/083 Устройство для измельчения и классификации порошков / Росляк А.Т., Никульчиков В.К., Зятиков П.Н., Ананьев А.А., Быков А.А. //опубл., Б.И. №1, 15.01.1994.

6. Патент РФ № 2407601 МПК В07В7/083 Способ воздушно-центробежной классификации порошков и устройство для его осуществления / Зятиков П.Н., Росляк А.Т., Васенин И.М., Шваб А.В., Демиденко А.А., Садретдинов Ш.Р. //опубл., Б.И. №36, 27.12.2010.

7. Росляк А.Т., Зятиков П.Н. Воздушно-центробежная классификация микропорошков – Томск: Изд-во ТМЛ-Пресс, 2010. – 224 с.

8. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 368 с.

УДК 621.797: 629.114.41

*А.П. Черныш*

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

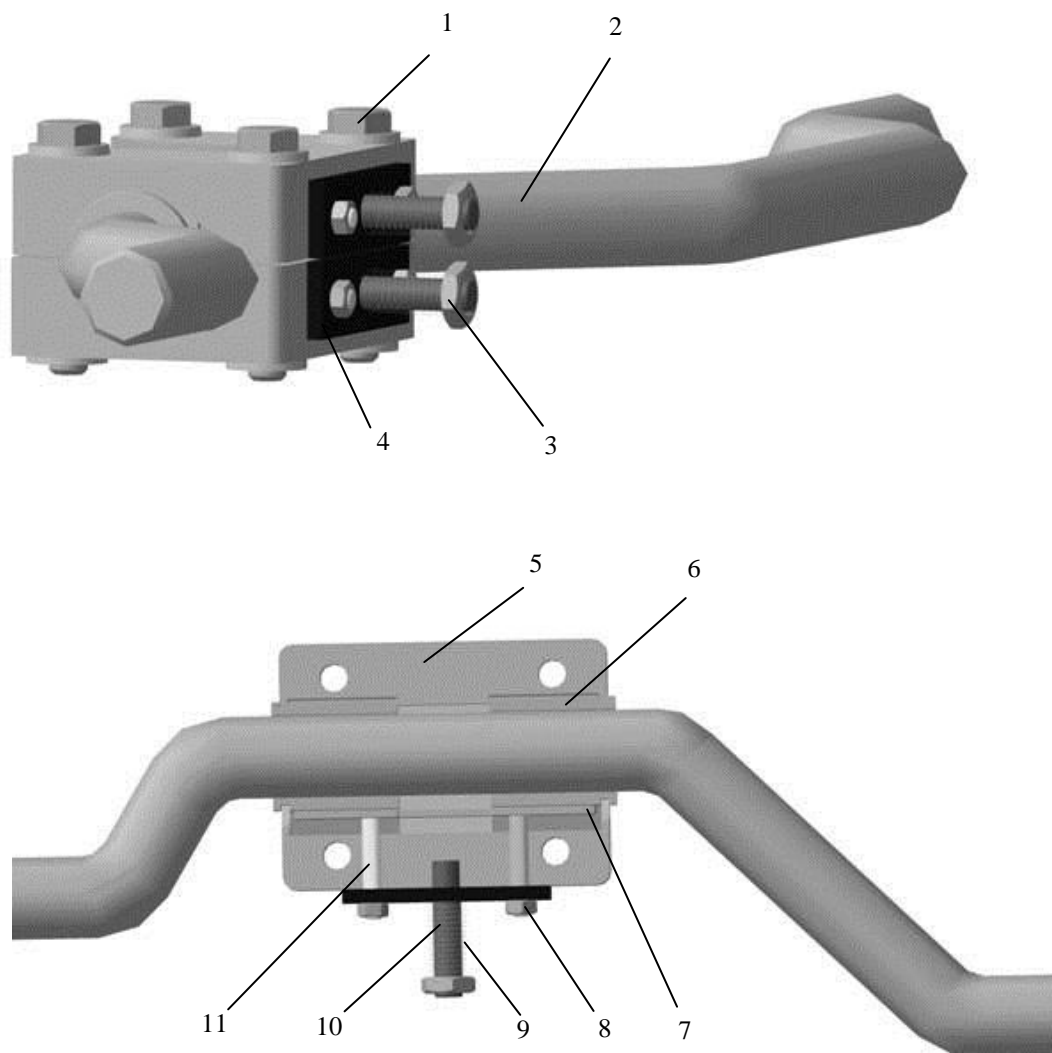
Параметрические характеристики технологических процессов и специфичность конструкций сельскохозяйственных машин определяются закономерностями взаимозависимостей между совокупностями воздействий функциональных поверхностей рабочих органов этих машин и реакциями на эти воздействия абразивных сред эксплуатации. В современных условиях эксплуатации сельскохозяйственных машин и при конкурентоспособных требованиях одной из актуальных является задача максимального сохранения и восстановления функциональных свойств деталей, подвергающихся различным видам износа [1].

Получение поверхностей трения с регулярной структурой комбинированной обработкой является многофакторным процессом, технологически обеспечивающим параметры качества функциональной поверхности трения, например, износостойкости цилиндрической поверхности коленчатого вала соломотряса зерноуборочного комбайна, сопряженной с подшипниками скольжения (рисунок 1) [2,3].

Коленчатый вал изготавливается из стали 45, а вкладыши подшипника скольжения – из бронзала 2 (Cu – 8 %, St – 8 %, Mg – 4 %, Mn – 3 %, Cr – до 3 %, Fe – до 1,5 %, Al – остальное).

При исследовании эффективности различных комбинированных методов, в частности, упрочняюще-отделочной обработки на основе импульсного электромеханического упрочнения, был выполнен дробный факторный эксперимент для оценки влияния условий предварительной упрочняющей и окончательной обработки. В качестве технологических, исследовались факторы из таблицы 1:

- точение резцами с твердосплавными пластинками марки Т5К10 и ВТ130 ( $X_1 = +1$ ) и шлифование электрокорундовыми кругами 14 А на органической связке;
- предварительная обработка ( $X_1 = -1$ );
- параметр шероховатости  $R_a$  в результате предварительной обработки:  $R_a = 0,8$  мм ( $X_2 = +1$ ) и  $R_a = 2,7$  мм ( $X_2 = -1$ );
- сила тока  $I = 1000$  А ( $X_3 = +1$ ) и  $I = 700$  А ( $X_3 = -1$ );
- длительность импульсов тока  $\tau$ : 0,5 с ( $X_4 = +1$ ) и 0,2 с ( $X_4 = -1$ );
- способ чистовой обработки поверхностей после упрочнения: шлифование электрокорундовыми кругами 14 А на органической связке ( $X_5 = +1$ ) и точение резцами из киборита ( $X_5 = +1$ );
- отделочная обработка алмазным выглаживанием (кубический нитрид бора ЛВМ на органической связке  $X_6 = +1$  и виброполирование брусками из синтетических алмазов).



1 – болты крепления; 2 – коленчатый вал соломотряса; 3 – гайка; 4 – наружная опорная пластина; 5 – полукорпус; 6 – вкладыш из бронзали; 7 – упорная пластина; 8 – гайка; 9 – пружина; 10, 11 – шпильки

Рисунок 1 – Устройство модернизированного подшипникового узла клавишного соломотряса зерноуборочного комбайна [2,3]

Таблица 1 – Факторы и результаты экспериментов

Номер опыта	Факторы						Износ	
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	вала $I_{в}$ , мкм	вкладыша $I_{вк}$ , мг
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	10	1,9
2	+1	-1	-1	+1	+1	+1	5	0,4
3	-1	+1	-1	+1	+1	-1	5	0,3
4	+1	+1	-1	-1	-1	+1	12	0,9
5	-1	-1	+1	+1	-1	+1	12	0,8
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	5	0,3
7	-1	+1	+1	-1	+1	+1	8	0,2
8	+1	+1	+1	+1	-1	-1	12	1,5

Факторы  $X_1$  и  $X_2$  отражают влияние предварительной обработки поверхностей,  $X_3$  и  $X_4$  упрочняющей, а  $X_5$  и  $X_6$  – окончательной обработки. Уровни варьирования факторов принимались по результатам предварительных однофакторных экспериментов.

Электрохимическое упрочнение осуществляется роликом из меди диаметром 30 мм и шириной 3 мм. Ролик прижимался к упрочняемой поверхности с усилием 110 Н. Скорость вращения заготовки составляла 0,5 м/мин.

Охлаждение производилось жидкостью, содержащей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 0,7 %,  $\text{NaNO}_2$  – 2 %,  $\text{NaNO}_3$  – 5 %, остальное – вода. Длительность пауз между импульсами тока составляла 0,06 с.

Изнашивание упрочненных коленчатых валов диаметром 30 мм проводилась на машине трения ИМАШ с вкладышами из бронзы 2 при скорости скольжения 1,1 м/с и давлении 4 МПа (со смазкой).

В таблице 1 приведены также данные по износу элементов трущейся пары после 130 км пути, трения для вкладышей и соответственно 20 км для валов.

Состояние поверхностного слоя после рассматриваемой упрочняюще-отделочной обработки характеризовалось параметрами шероховатости  $R_a$ ,  $R_{max}$ ,  $S_m$  (ГОСТ 2789-73); высотой  $R_p$  наибольшего выступа на базовой длине 0,8 мм; относительной опорной длиной  $t_m$  профиля на уровне средней линии; параметром  $v$  степенной аппроксимации начального участка опорной кривой до уровня средней линии [ $t_p = t_m(10^{-2}pR_{max}/R_p)^v$ ], где  $p$  – уровень сечения профиля]; радиусом  $\rho$  скругления вершин неровностей; комплексным параметром Крагельского-Комбалова  $\Delta = R_p/\rho t_m^{1/v}$ , а также параметрами волнистости  $W_{max}$  и  $S_{m_w}$ , отклонениями формы цилиндрических поверхностей от круглости  $H_{max}$  и поверхностной микротвердостью HV. В таблице 2 приведены значения характеристик параметров состояния поверхностных слоев коленчатого вала из стали 45 после упрочняюще-отделочной обработки.

Результаты дисперсионного анализа данных по параметрам состояния поверхностных слоев деталей, позволяющего оценить влияние рассматриваемых в эксперименте факторов (значение F-отношений) приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Значения характеристик параметров состояния поверхностных слоев коленчатого вала после упрочняюще-отделочной обработки

Характеристика параметра состояния	Значение характеристики параметра состояния поверхностного слоя											
	$R_a$ , МКМ	$R_p$ , МКМ	$R_{max}$ , МКМ	$t_m$ , %	$S_m$ , %	$\nu$	$\rho$ , МКМ	$\Delta$	$W_{max}$ , МКМ	$Sm_w$ , МКМ	$H_{max}$ , МКМ	HV
$R_{min}$	0,22	0,5	1,46	49,9	29,5	1,46	80,8	0,002	2,53	0,34	6,6	683,8
$R_{max}$	1,39	3,31	7,04	55,2	65,8	2,02	210,0	1,101	12,7	1,35	18,8	780,7
$R$	0,65	1,7	3,85	52,4	48,9	1,76	133,4	0,054	8,81	0,92	15,0	733,5
$S_R$	0,462	1,016	2,068	1,899	14,41	0,19	43,19	0,038	4,61	0,38	4,44	43,2
$\nu_R$ , %	71,27	59,84	53,68	3,62	29,48	10,82	32,38	85,44	52,3	41,7	29,7	4,66
$r_{Ruq}$	0,707*	0,736*	0,741*	0,057	0,923*	-0,81	0,073	0,489	0,63	0,35	0,54	0,477
$r_{Rub}$	0,914*	0,943*	0,930*	0,192	0,737*	-0,33	-0,16	0,767*	0,61	0,33	0,16	0,526

Примечания: 1.  $R_{min}$ ,  $R_{max}$  и  $R$  – соответственно наименьше, наибольшее и среднее значение параметра состояния поверхностных слоев,  $S_R$ ,  $\nu_R$  – соответственно среднее квадратичное отклонение и коэффициенты вариации,  $r_{Ruq}$ ,  $r_{Rub}$  – соответственно коэффициенты парной корреляции между параметрами состояния поверхностных слоев с величинами износа вала  $I_6$  и вкладышей  $I_{вк}$ ; 2. Индекс \* показывает, что значение коэффициента корреляции значимо на уровне значимости  $\alpha = 0,05$

Связи между параметрами состояния поверхностных слоев и технологическими факторами могут быть выражены следующими уравнениями:

$$R_a = 0,65 - 0,06X_2 - 0,36X_5 - 0,16X_6 + 0,08X_2X_3, \text{ МКМ} \quad (1)$$

$$R_p = 1,71 - 0,85X_5 - 0,38X_6, \text{ МКМ} \quad (2)$$

$$R_{max} = 3,71 - 1,58X_5 - 0,95X_6, \text{ МКМ} \quad (3)$$

$$t_m = 52,4 \%$$

$$S_m = 48,9 - 12,6X_5, \text{ МКМ} \quad (4)$$

$$\nu = 1,76 - 0,06X_1 + 0,14X_5 - 0,06X_6 \quad (5)$$

$$\Delta = 0,048 + 0,02X_5 - 0,02X_6 \quad (6)$$

$$\rho = 133,4 + 32,9X_6, \text{ МКМ} \quad (7)$$

$$W_{max} = 8,8 X_5 - 3,35, \text{ МКМ} \quad (8)$$

$$Sm_w = 914,8 - 197,5X_3 - 178,6X_5, \text{ МКМ} \quad (9)$$

$$H_{max} = 20,9, \text{ МКМ}$$

$$HV = 733,5 + 23,5X_4 + 18,7X_5 \quad (10)$$

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа данных по параметрам состояния поверхностных слоев деталей

Источник вариации параметра	Число степеней свободы	Параметры шероховатости								Параметр волнистости		Отклонение от формы $H_{max}$	Микротвердость HV
		$R_a$	$R_p$	$R_{max}$	$t_m$	$S_m$	$v$	$\rho$	$\Delta$	$W_{max}$	$Sm_w$		
Факторы: $X_1$	1	5,05	<1	2,61	<1	<1	<u>6,75</u>	<1	1,14	1,11	3,55	<1	<1
$X_2$	1	<u>5,89</u>	<1	4,28	<1	<1	<1	4,32	<1	2,23	<1	<1	<1
$X_3$	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,98	<u>7,58</u>	<1	<1
$X_4$	1	<1	1,5	<1	<1	<1	<1	1,38	4,30	3,60	4,36	<1	<u>9,50</u>
$X_5$	1	<u>210,2</u>	<u>90,3</u>	<u>155,3</u>	<1	<u>59,4</u>	<u>33,8</u>	<1	6,88	<u>22,2</u>	<u>6,20</u>	<1	<u>5,99</u>
$X_6$	1	<u>41,0</u>	<u>19,3</u>	<u>56,4</u>	<1	4,37	<u>16,7</u>	19,4	<u>6,90</u>	2,66	<1	<1	<1
Взаимодействие $X_2$ и $X_3$	1	<u>10,3</u>	<1	3,31	<1	3,18	<1	4,03	<1	3,00	<1	<1	1,31
Неучтенные факторы	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сумма	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: подчеркнуты F-отношения превышающие критическую величину на уровне значимости 0,01 или 0,05 ( $F_{1;8} 0,01 = 11,3$ ;  $F_{1;8} 0,05 = 5,32$ )

Данные уравнения могут быть использованы в целях технологического обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя коленчатых валов клавишного соломотряса из стали 45. Как показывают результаты дисперсионного анализа, все уравнения являются адекватными. С ними связано 94,9 % вариации параметра шероховатости  $R_a$  (92,9 % без учета влияния фактора  $X_2$ ), 90,7 % –  $R_p$ , 92,1 % –  $R_{max}$ , 77,7 % –  $S_m$ , 86,5 % –  $v$  (76,2 % без учета влияния фактора  $X_1$ ), 52,0 % –  $\rho$ , 49,8 % –  $\Delta$ , 68,4 % изменчивости параметра волнистости  $W_{max}$ ; 44,7 % –  $Sm_w$  и 60,7% вариации поверхностных неровностей, микротвердости HV.

При формировании выводов о влиянии факторов  $X_1 - X_6$  на параметры состояния поверхностных слоев следует учитывать возможное совместное влияние отдельных факторов. Данному эксперименту  $2^{6-3}$ , определяющими контрастами которого являются отношения  $X_4 = X_1X_2X_3$ ,  $X_5 = -X_1X_2$  и  $X_6 = -X_1X_3$ , соответствует следующая система совместного влияния факторов (взаимодействия факторов более высоких порядков не учитывались):

$$\begin{aligned}
 X_1 &\approx -X_2X_5 - X_3X_4, & X_5 &\approx -X_1X_2 - X_3X_4, \\
 X_2 &\approx -X_1X_5 - X_4X_6, & X_6 &\approx -X_1X_3 - X_2X_4, \\
 X_3 &\approx -X_1X_6 - X_4X_5, & X_2X_3 &\approx X_5X_6, \\
 X_4 &\approx -X_3X_5 - X_2X_6.
 \end{aligned}$$

Очевидно влияние технологической наследственности на формирование ряда параметров состояния поверхностного слоя, о чем свидетельствует наличие в приведенных выше уравнениях связи факторов  $X_1 - X_5$  (или соответствующих им парных взаимодействий по системе совместного влияния отдельных факторов). Очевидно также и то, что взаимодействие  $X_2X_3$  в уравнении связи для  $R_a$  должно быть заменено взаимодействием  $X_5X_6$ , влияние которого на формирование параметра шероховатости  $R_a$  представляется более вероятным.

Как показывают результаты дисперсионного анализа, приведенные в таблице 3, на величину износа валов  $I_B$  по сравнению с другими факторами оказывает влияние в основном фактор  $X_5$ , а на величину износа вкладышей  $I_{BK}$  – факторы  $X_5$ ,  $X_6$  и взаимодействие  $X_2X_3$  ( $X_5X_6$ ):

$$I_B = 9,8 - 3,6X_5 \quad (11)$$

$$I_{BK} = 1,5 - 0,9X_5 - 0,5X_6 + 0,5X_5X_6 \quad (12)$$

Первое уравнение объясняет 87,6 % вариации величины  $I_B$ , второе – 96,7 % изменчивости величины  $I_{BK}$ , т.е. в принятых условиях упрочняюще-отделочной обработки износ валов и вкладышей обуславливается в основном отделочной обработкой (факторами  $X_5$  и  $X_6$ , под влиянием которых главным образом формируются параметры состояния поверхностных слоев, упрочненных электромеханической обработкой).

В целях минимизации величин износа  $I_B$  и  $I_{BK}$  чистовую обработку упрочненных поверхностей следует вести шлифованием ( $X_5 = +1$ ), а отдельную – алмазным выглаживанием ( $X_6 = +1$ ).

Этот результат вытекает из корреляционного анализа связей между параметрами состояния поверхностных слоев и величинами  $I_B$  и  $I_{BK}$ .

Как следует из таблицы 4, величина  $I_B$  определяется главным образом параметром шероховатости  $S_m$ , а величина  $I_{BK}$  – параметром шероховатости  $R_p$  упрочненных образцов (что указывает, в частности, на целесообразность их контроля в процессе упрочняюще-отделочной обработки):

$$I_B = -2,94 + 0,26S_m; I_{BK} = -0,46 + 1,16R_p \quad (13)$$

С параметром шероховатости  $S_m$  связано 85,2% вариации величины  $I_B$ , а с параметром шероховатости  $R_p$  – 89,9% вариации величины  $I_{BK}$ . Уровням варьирования факторов  $X_5 = +1$  и  $X_6 = +1$  соответствуют следующие значения параметров  $S_m$  и  $R_p$ :

$$S_m = 48,9 - 12,6(+1) = 36,3 \text{ мкм} \quad (14)$$

$$R_p = 1,71 - 0,85(+1) - 0,38(+1) = 0,48 \text{ мкм} \quad (15)$$

Выявленные в процессе исследования рассматриваемой комбинированной упрочняюще-отделочной обработки закономерности могут быть использованы в целях технологического обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя деталей, а также минимизации их начального износа.

Путем рационального выбора уровней факторов, определяющих условия комбинированной обработки, представляется возможным осуществлять технологическое управление параметрами шероховатости, волнистости и поверхностной микротвердостью и снизить износ коленчатых валов клавишных соломотрясов зерноуборочных комбайнов из стали 45 (при граничной смазке) в 2 раза, а вкладышей из бронзала 2 более чем в 6 раз (таблица 1).

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа вариаций величин износа

Источник вариации величин износа	Число степеней свободы	Сумма квадратов отклонений величин износа от общего среднего значения	Дисперсия	F- отношение
Факторы:				
$X_1$	-	0,78/0,02	-	-
$X_2$	-	1,53/0,08	-	-
$X_3$	1/-	5,28/0,17	5,28/-	5,45/-
$X_4$	-	1,53/0,09	-	-
$X_5$	1	101,53/7,11	101,53/7,11	104,8*/79,0*
$X_6$	1	5,28/1,73	5,28/1,73	5,45/19,2**
Взаимодействие $X_2X_3$	-/1	0,03/1,79	-/1,79	-/19,8**
Сумма	7	115,97/10,92	-	-
Неучтенные факторы	4	3,87/0,36	0,97/0,09	-
Примечание: 1. В числителе – значения для вала, в знаменателе – для вкладышей. 2. Индекс * указывает на влияние на уровне значимости $\alpha = 0,01$ ; индекс *1 – то же на уровне значимости $\alpha = 0,05$ ( $F_{1;4} 0,05 = 7,71$ ; $F_{1;4} 0,01=21,2$ ).				

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черныш, А.П. Конструкторско-технологическое обеспечение надежности машин агропромышленного комплекса при ремонте путем формирования технологических ремонтных блоков: монография – М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2013. – 320 с.
2. Черныш, А.П. Повышение надежности клавишных соломотрясов зерноуборочных комбайнов (монография) / LAP – Lambert Academic Publishing. – Deutschland, 2011. – 200 с.
3. Черныш, А.П. Повышение надежности клавишных соломотрясов зерноуборочных комбайнов «Енисей» конструкторско-технологическими методами. Дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск: НГАУ, 2006. – 217 с.

*С.В. Коновалов, Д.В. Загуляев, И.А. Комиссарова, Н.Г. Ярополова, Ю.Ф. Иванов, В.Е. Громов*

## **ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭВОЛЮЦИЮ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СУБСТРУКТУРЫ МЕДИ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты №14-08-00506а и 14-08-00686а).

### ***Введение***

Исследования методами электронной дифракционной микроскопии особенностей формирования дислокационной субструктуры при пластическом деформировании металлов и сплавов во внешнем магнитном поле способны дать подробную информацию о физических процессах в подсистеме металла, недоступную другим методам исследования. В настоящее время установлено, воздействие магнитным полем приводит к снижению скорости ползучести. Зависимость времени до разрушения образца меди от индукции магнитного поля имеет пороговый характер. Выявлено, что воздействие магнитным полем с индукцией до 0,3 Тл приводит к увеличению микротвердости с последующей ее релаксацией. Обнаружено, что эффект магнитной обработки зависит не только от индукции магнитного поля но и от времени выдержки в нем. Определено, что скорость нарастания эффекта влияния магнитного поля зависит от времени выдержки в нем [1, 2]. Анализ теоретических и экспериментальных работ по пластической деформации в условиях воздействия магнитными полями позволяет сформулировать гипотезы о механизмах влияния магнитных поле на процесс пластической деформации [3-7]. Однако, большая их часть базируется на результатах, полученных на монокристаллических материалах, в то время как большая часть используемых на практике материалов являются поликристаллическими. Соответственно и разработанные гипотезы влияния внешних энергетических воздействий на деформационное поведение металлических материалов в большинстве случаев нельзя обобщить на поликристаллические материалы. Медь является широко исследованным и применяемым на практике материалом, поэтому в данной работе выполнен анализ влияния слабого магнитного поля на закономерности формирования дислокационной субструктуры в ней.

### ***Материалы и методика***

В качестве материала исследования использовали поликристаллическую медь марки М00б. Предварительно структуру материала приводили в равновесное состояние путем рекристаллизационного отжига в течение 2 часов при температуре 700 °С с последующим охлаждением в воде, которое необходимо для снятия окалины возникающей при отжиге [8]. В работе использовались плоские образцы с размерами рабочей части 150×50,46 мм<sup>3</sup>. Их испытывали на ползучесть при постоянном растягивающем напряжении  $\sigma = 130$  МПа и температуре 25 °С до разрушения. Первая половина из них деформировалась в условиях внешнего магнитного поля с индукцией 0,35 Тл, вторая половина – в обычных условиях.



Для записи кривых ползучести использовалась модернизированная испытательная машина для исследования процессов пластической деформации металлов. Испытательная машина работает совместно с программным комплексом, предназначенным для записи данных удлинения образца от времени эксперимента, а также имеет возможность анализа стадий ползучести и аппроксимации кривых ползучести [9, 10].

В качестве источника магнитного поля использовался постоянный электромагнит, имеющий возможность регулирования индукции магнитного поля. Индукцию магнитного поля контролировали милитесламетром ТПУ с точностью до  $1 \cdot 10^{-3}$  Тл.

Исследования дислокационной субструктуры образцов (ДСС) осуществляли методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии фольг на просвет при помощи электронного микроскопа ЭМ-125. Фольги готовили из объема материала прилегающего к зоне разрушения. Изображения тонкой структуры материала были использованы для классификации морфологических признаков структуры [11].

### ***Результаты исследования и их анализ***

В объеме зерен меди выявлена разнообразная ДСС, характерные электронно-микроскопические изображения которой представлены на рисунках 1 и 2. Наблюдаются следующие особенности ДСС: хаотически распределенные дислокации (рисунок 1а, б); дислокационные сгущения (рисунок 1 в); ячеистая субструктура различной степени совершенства (рисунок 1г, д); оборванные субграницы (рисунок 1е); полосовая субструктура на различных этапах формирования. Основным типом ДСС являются дислокации, распределенные хаотически, относительное содержание которой  $\sim 56$  %. Несколько меньший объем материала занимает ячеистая дислокационная субструктура – 36 %. Относительные объемы материала, занятые сгущениями, сетчатой, полосовой субструктур и оборванными субграницами составляют 3 %, 5 %, 3 % и 2 %, соответственно. В объеме ячеек и в полосовой субструктуре выявляется сетчатая дислокационная субструктура и дислокации, распределенные хаотически. Размеры ячеек изменяются в пределах от 0,5 до 1,0 мкм.

Величина скалярной плотности дислокаций, являющаяся количественной характеристикой субструктуры, зависит от типа ДСС, а именно, в структуре дислокационного хаоса плотность дислокаций изменяется в пределах от  $0,5 \times 10^{10}$  до  $1 \times 10^{10}$  см<sup>-2</sup>; в сетчатой ДСС в пределах от  $3 \times 10^{10}$  до  $5 \times 10^{10}$  см<sup>-2</sup>. В среднем по материалу (с учетом относительного содержания типов ДСС) скалярная плотность дислокаций в меди перед испытаниями на ползучесть составляет  $\sim 1,7 \times 10^{10}$  см<sup>-2</sup>.

Испытания меди на ползучесть вплоть до разрушения (независимо от условий проведения испытаний – с магнитным полем или без него) привели к формированию в материале спектра ДСС, характерные электронно-микроскопические изображения которых представлены на рисунке 2. Выявлены зерна, содержащие хаотически распределенные дислокации и дислокации, формирующие сетчатую субструктуру, ячеистую субструктуру различной степени совершенства (рисунок 2а, б), полосовую субструктуру (рисунок 2 в, г) и субзерна (рисунок 2д, е). Наблюдаются также дислокационные сгущения и оборванные субграницы. Субструктура дислокационного хаоса выявлена в ячейках, полосах и субзернах (фрагментах); исключительно в ячейках присутствует сетчатая дислокационная субструктура. Очевидно, что разнообразие ДСС обусловлено как различной ДСС зерен исходного состояния, так и различным уровнем деформации зерен вследствие их разной ориентации по отношению к оси деформации (мягкая и жесткая ориентация).

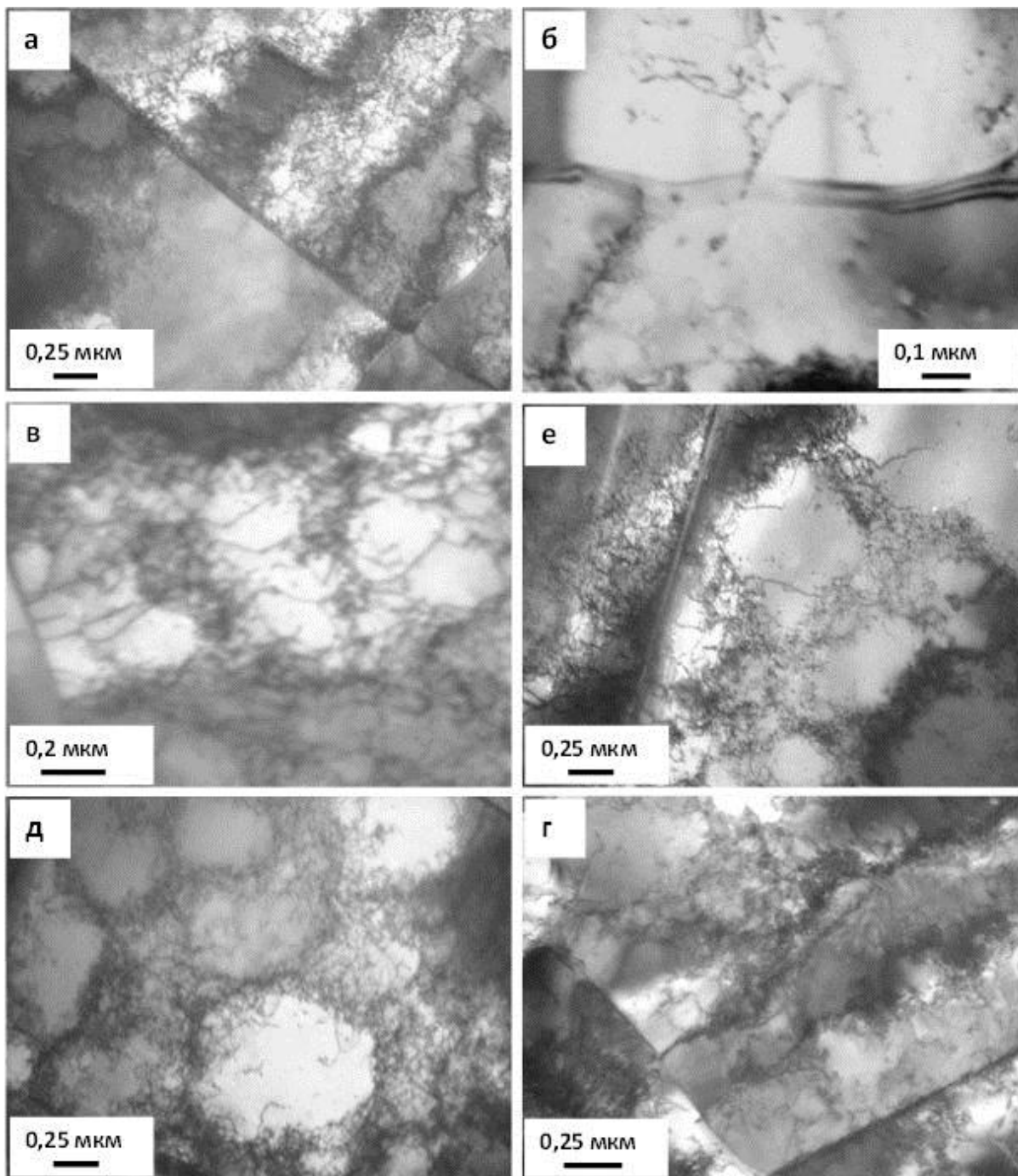


Рисунок 1 – Дислокационные субструктуры в меди (исходное состояние);  
 а, б – структура дислокационного хаоса; в – дислокационные сгущения; е, д – ячеистая  
 субструктура; г – оборванные субграницы

Выполненные исследования показывают, что выявленные ДСС определенным образом распределены по объему образца в зависимости от расстояния до поверхности разрушения и условий проведения испытаний на ползучесть (без магнитного поля и с магнитным полем). Несколько иным образом протекают дислокационные превращения при ползучести меди в магнитном поле.

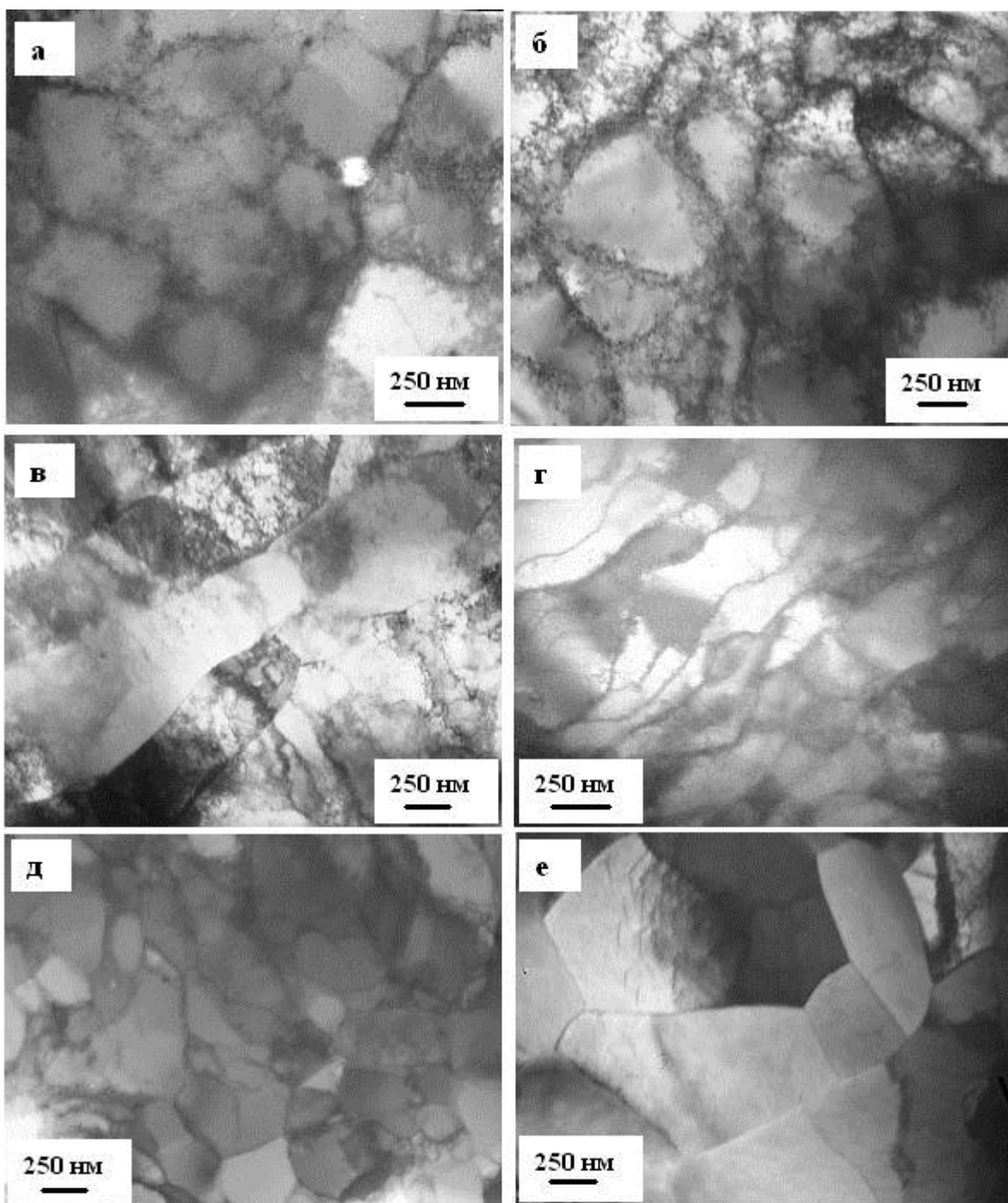


Рисунок 2 – Дислокационные субструктуры в меди, разрушенной при ползучести; а, б – ячеистая субструктура; в, г – полосовая субструктура; д, е – субзеренная структура

Установлено, что при ползучести меди без наложения магнитного поля основным типом ДСС вблизи от зоны разрушения является субзеренная. По мере удаления от зоны разрушения объемная доля материала, занятого ячеистой субструктурой и зернами, содержащими хаотически распределенные дислокации, дислокационные сетки и сгущения, увеличивается, субзернами – уменьшается, а полосовой субструктурой изменяется по кривой с максимумом, достигаемым на расстоянии (4-10) мкм от поверхности разрушения.

Выявлено, что основными типами ДСС вблизи от зоны разрушения являются субзеренная и ячеистая. По мере удаления от зоны разрушения объемная доля материала, занятого ячеистой субструктурой, изменяется незначительно; занятой зеренной, содержащими хаотически распределенные дислокации, дислокационные сетки и сгущения, увеличивается, субзернами – уменьшается, а полосовой субструктурой изменяется по кривой с максимумом, достигаемым на расстоянии (4-7) мкм от поверхности разрушения.

Однако, воздействие магнитным полем при ползучести не оказывают влияния на градиент дислокационной субструктуры материала.

Одной из основных количественных характеристик дислокационной субструктуры является скалярная плотность дислокаций [12]. В анализируемом материале величину скалярной плотности дислокаций определяли для субструктур, содержащих хаотически распределенные дислокации, и дислокации, формирующие сетчатую субструктуру. Выполненный таким образом количественный анализ ДСС меди, разрушенной в условиях ползучести, показал, что величина скалярной плотности хаотически распределенных дислокаций зависит от типа ДСС, в которой она располагается. А именно, в зернах меди и в ячеистой субструктуре величина скалярной плотности хаотически распределенных дислокаций  $\sim 2,1 \times 10^{10}$ , см<sup>-2</sup>; в полосовой субструктуре  $\sim 2,6 \times 10^{10}$ , см<sup>-2</sup>; в субзернах  $\sim 1,1 \times 10^{10}$ , см<sup>-2</sup>. Величина скалярной плотности дислокаций, формирующих сетчатую ДСС, составляет  $\sim 4,4 \times 10^{10}$ , см<sup>-2</sup>. Сопоставление соответствующих величин скалярной плотности дислокаций, расположенных в структуре меди, не выявили зависимости данной характеристики материала от расстояния до поверхности разрушения и от условий проведения испытаний (с магнитным полем или без него). Установлено, что значения скалярной плотности дислокаций в меди, разрушенной без магнитного поля и в условиях наложения магнитного поля выявляется лишь в объеме материала, прилегающем к поверхности разрушения.

Таким образом в работе было установлено, что в количественном отношении типов ДСС выявляются особенности при разрушении в магнитном поле. А именно, вблизи зоны разрушения основным типом ДСС в меди, деформированной в условиях ползучести без магнитного поля, является субзеренная структура. Воздействие магнитного поля приводит к снижению относительного содержания в меди субзеренной структуры практически в 2 раза. Это позволяет заключить, что магнитное поле замедляет скорость перестройки дислокационной субструктуры при ползучести меди.

Следует также, констатировать, что скалярная плотность дислокаций существенно выше в образце, разрушенном в условиях наложения магнитного поля. Данный результат позволяет заключить, что наложение магнитного поля приводит к торможению процессов перестройки дислокационной субструктуры, не позволяя дислокациям выйти на границы и субграницы из объема зерен, субзерен и ячеек.

Следовательно, при деформации меди в присутствии магнитного поля снижается подвижность дислокаций и, как следствие, происходит замедление процессов перестройки дислокационных субструктур, что незамедлительно приводит к увеличению прочностных характеристик. В частности увеличивается микротвердость и снижается скорость ползучести [1, 2].

Таким образом, установлено, что субструктура исходного состояние меди характеризуется наличием большого количества типов дислокационных субструктур. Выявлено, что вблизи зоны разрушения в материале, деформированном в условиях ползучести без

магнитного поля, является, субзеренная субструктура является основным типом дислокационных субструктур. Установлено, что воздействие магнитного поля приводит к уменьшению в 2 раза относительного содержания субзеренной структуры. Воздействие магнитного поля замедляет скорость перестройки дислокационной субструктуры при ползучести меди, увеличивая ее прочностные характеристики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загуляев Д.В. Особенности и закономерности изменения кинетики ползучести меди в магнитном поле / Д.В. Загуляев, Н.Г. Литвиненко, И.А. Комисарова и др. // Цветные металлы. – 2013. – № 4. – С. 74–77.
2. Загуляев Д.В. Закономерности изменения микротвердости меди после магнитной обработки / Д.В. Загуляев, Н.Г. Литвиненко, И.А. Комиссарова, С.В. Коновалов, В.Е. Громов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2013. – Т. 10. – № 2. – С. 261-265.
3. Урусовская А.А. Эффекты магнитного воздействия на механические свойства и реальную структуру немагнитных кристаллов / А.А. Урусовская, В.И. Альшиц, А.Е. Смирнов и др. // Кристаллография. – 2003. – № 5. – С. 855–872.
4. Альшиц В.И. Магнитопластический эффект: основные свойства и физические механизмы / В.И. Альшиц, Е.В. Даринская, М.В. Колдаева и др. // Кристаллография. – 2003. – № 5. – С. 826–854.
5. Головин Ю.И. Магнитопластичность твердых тел (Обзор) / Ю.И. Головин // ФТТ. – 2004. – № 5. – С. 769–803.
6. Деев В.Б. Об использовании физических модифицирующих воздействий при литье Al-сплавов / В.Б. Деев, И.Ф. Селянин, С. П. Мочалов [и др.] // Литейное производство. – 2012. – № 5. – С. 16-18
7. Деев В. Б. Развитие научных основ тепловых и электромагнитных воздействий на расплавы и разработка ресурсосберегающих технологий получения высококачественных отливок из алюминиевых сплавов. Автор-т дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольск-на-Амуре государственный технический университет, 2012. – 35 с.
8. Захаров Б.П. Термическая обработка металлов / Б.П. Захаров. – Свердловск: МАШГИЗ, 1957. – 302 с.
9. Коновалов С.В. Автоматизированная установка для регистрации и анализа ползучести металлов и сплавов / С.В. Коновалов, В.И. Данилов, Л.Б. Зуев и др. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 8. – С. 64 – 66.
10. Дружилов А.С. Исследовательский комплекс изучения ползучести / А.С. Дружилов, С.В. Коновалов, Р.А. Филиппев и др. // Заготовительные производства в машиностроении. – 2007. – № 2. – С. 25 – 27.
11. Фрактография и атлас фрактограмм: справ. изд. пер. с англ. / Под ред. Дж. Феллоуза. – М.: Металлургия, 1982. – 490 с.
12. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении / Л.М. Утевский. – М.: Металлургия, 1973. – 584 с.

*В.М. Самаров*

### **РАСШИРЯТЬ ПОСЕВЫ СМЕШАННЫХ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР В КУЗБАССЕ**

Возделывание различных культур в смешанных посевах известно еще до нашей эры. Они использовались во многих странах мира, и в этом земледельцы видели более рациональное использование земли.

Великий русский ученый К.А. Тимирязев [1], указывал, что участок земли, засеянный несколькими сортами трав, дает больше по весу количества семян, чем равной величины участок, засеянный одной какой либо травой. В этой связи ученый рекомендовал шире применять смешанные посевы полевых культур, чтобы с каждого гектара получать два урожая в год и наиболее производительно использовать землю.

Академик Д.Н. Прянишников [2] неоднократно говорил, что решение белковой проблемы должно идти по пути возделывания высокобелковых растений в сочетании их с растениями, содержащими немного белка. Все другие пути являются вспомогательными, второстепенными. Ценным является то, что смеси с участием бобовых дают белковый корм с наилучшим соотношением азотистых и безазотистых веществ, лучше поедается скотом и эффективнее экономически, чем чистые посева.

Тенденция к сокращению видового разнообразия не только не способствует росту полноценности структуры питания животных, но и не адекватна с точки зрения наиболее эффективного использования разнообразных почвенно – климатических условий, а также экологической устойчивости агросистемы.

Научными исследованиями доказано, что величина урожая зависит от состояния компонентов смеси. Выявлено, что злаковый компонент, как правило, во всех вариантах смешанных посевов отличается более мощными побегами, большей ассимилирующей поверхностью листьев, большим накоплением сухого вещества в одном растении. Выживаемость ячменя и овса в смешанных и уплотненных посевах выше, чем в чистых посевах, примерно на 15 – 20 %.

Для смешанных посевов необходимо подбирать виды культур так, чтобы урожай в совместном посеве был такой же, как в чистом посеве, или выше, а сбор белковых веществ с гектара должен быть значительно выше, чем в чистом посеве.

При подборе видов однолетних бобовых культур, следует обращать внимание прежде всего на то, чтобы эти культуры были близки по своим биологическим свойствам, отличались урожайностью и чтобы хорошо поедались животными. Совместные посева – это одновременно выращиваемые два разных вида кормовых растений, посева зернофуражных культур считаются прогрессивным агротехническим приемом, способствующим увеличению сбора высококачественных кормов.

Наряду с повышением качества кормов смешанные посева имеют и ряд организационно – хозяйственных преимуществ. Так, смеси зернобобовых культур с подсолнечником убирают на 20 – 25 дней раньше, чем чистые посева кукурузы. Это позволяет в оптимальные технологические сроки подготовить почву на этих участках под посев других

сельскохозяйственных культур. Кроме того, в связи с разными сроками уборки на силос смесей и кукурузы ритмичнее используются уборочная техника и транспортные средства. Однолетние кормовые смеси, как правило, дают зеленой массы более 10 т/га. Наличие большего набора кормовых культур и их смесей позволяет проводить посев и уборку в разные сроки.

Правильный подбор и применение новых компонентов не снижает, а повышает урожай, при этом следует учитывать:

- необходимость участия в смеси преобладающего количества зернофуражной культуры, которая должна обеспечивать высокий сбор наиболее ценного продукта – зерна и неполегаемый травостой. Поэтому зернофуражная культура должна быть основным компонентом, занимающим 65 – 70 % общего стеблестоя;
- подбор дополнительного (второго) компонента к зернофуражной культуре осуществляется с таким расчетом, чтобы в урожае смеси получать определенную долю зеленой массы. Для этого длина вегетационного периода второго компонента должна быть гораздо длиннее, чем основного. Например, взять двойные смеси – овес + вика, или ячмень + горох, то бобовые компоненты в них должны вызреть на 5 – 10 дней позднее злаковых;
- тройные смеси, обладают многими хозяйственно – биологическими преимуществами, более практичны.

В смешанных посевах условия внешней среды, прежде всего освещенность, температурные условия, запасы продуктивной влаги и элементы питания, используются растениями гораздо эффективнее, чем в чистых. Это откладывает определенный отпечаток на темпы роста и развития растений, характер взаимоотношений компонентов и формирование урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты использования ФАР в посевах однолетних культур за период вегетации, %

Варианты опыта	Смесь однолетних культур		
	вика + овес	вика + овес + ячмень	вика + овес + подсолнечник
Без удобрений	1,32	1,41	1,44
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,54	1,67	1,85

Смешанные зернотравяные посевы благодаря биологической совместимости компонентов позволяют создать более густой травостой путем увеличения количества растений и вегетативной массы на гектар посева. Смешанный посев характеризуется довольно выраженной вертикальной ярусностью. Вертикальная ярусность образуется в основном во второй половине вегетационного периода из – за различий роста разных компонентов.

К моменту уборки нижний ярус занимают вика или горох, – средний ярус овес и ячмень, – верхний ярус кукуруза или подсолнечник. [3]

В практике сельскохозяйственного производства наиболее распространены чистые посевы злаковых культур. Как показывают многолетние исследования научных учреждений, а также передовой опыт сельских товаропроизводителей при возделывании смешанных посевов злаковых и бобовых культур, как по урожайности, так и качеству заготавливаемого корма, получают лучшие результаты. Ниже в таблице 2 приводим результаты своих исследований проведенные в лесостепной зоне Кузбасса.

Таблица 2 – Урожайность зернотравяных смесей с ячменем, ц/га

Вариант смесей	Урожайность зеленой массы	Сбор сухой массы	Сбор	
			Кормовых единиц	Переваримого протеина
Ячмень (чистый посев)	113,8	47,4	31,2	2,6
Ячмень + горох + под- солнечник	168,1	72,1	40,1	4,4
Ячмень + горох	126,4	54,8	37,9	3,6
Ячмень + вика	118,9	51,3	36,8	3,5
Ячмень + вика + под- солнечник	171,0	71,6	39,8	4,3
Ячмень + овес + вика	154,3	60,2	39,4	3,3
НСР <sub>05</sub>	7,1	2,9	1,7	0,04



Нормы высева культур были приняты следующие:

- в чистом посеве ячменя – 5 млн. всхожих семян на га;
- в двойной смеси ячмень – 4 млн/га; горох – 0,5 млн/га; вика – 0,5 млн/га; подсолнечник – 0,33 млн/га; овес – 1 млн/га.

Технология возделывания смесей с ячменем общепринятая для нашей зоны. Уборку проводили в молочно – восковую спелость зерна. Фенологические наблюдения за ростом и развитием показали, что существенных различий в продолжительности межфазных периодов у растений в чистых посевах, в двойных и тройных смесях не наблюдалось. Бобовые компоненты к уборке урожая не достигали полной спелости. Подсолнечник достигал фазы образования корзинок – начало цветения. Анализ таблицы 2 показывают, что урожайность смесей значительно выше, чем чистый посев ячменя, особенно по сбору кормовых единиц и переваримого протеина.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений: сб. общедоступных лекций. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 421 с.
2. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. Т 3. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 452 с.
3. Самаров В.М. Совершенствование теоретических основ и практических приемов повышения урожайности кормовых культур в Кузнецкой котловине. – Кемерово, 1992. – 192 с.

УДК 633.1: 631.8 / 631.878:633.491

*Н.Н. Чуманова, О.В. Анохина, В.М. Самаров*

### **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГУМАТА КАЛИЯ НА РОСТОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

На формирование продуктивности и качество зерновой продукции культур оказывает влияние множество факторов как природного, так и антропогенного характера. Достижение результатов возможно при соблюдении технологий возделывания, включая и использование препаратов стимуляторов – регуляторов роста. С.С. Драгуновым в 30 – е годы прошлого века было предложено получение гуминовых удобрений из бурых углей и торфа [5].

Идеи С.С. Драгунова нашли подтверждение и дальнейшую разработку в исследованиях И.Д. Комиссарова [1] в Тюменской области. По данным Е.А. Сиротиной [4] в Сибирском НИИ торфа СО РАСХН испытывают биологически активные удобрения на основе торфа, полученные путем биохимической и микробиологической активизации торфа, а также посредством переработки дождевыми червями различных органических отходов (навоза, торфа).

В 2002 – 2004 гг. на опытном поле Института агроэкологии проводились исследования по определению влияния регуляторов роста Гумми – М и биофунгицида (фитоспорин) на формирование урожая яровой пшеницы сорта Эритроспермум 89. [2]. Ис-

следователями было выявлено, что обработка семян препаратами влияет на ростовые процессы вегетирующих растений пшеницы и увеличивает площадь листьев и прирост биомассы растения.

Имеющиеся в Кемеровской области значительные запасы бурых углей позволяют получать из них гуминовые препараты и рекомендовать их использовать как в системе предпосевной обработки семян и клубней так и по вегетирующим растениям.

**Цель исследований** – оценка влияния гумата калия, полученного из бурых углей, на рост и развитие, формирование продуктивности и качество зерна ярового ячменя и картофеля в условиях лесостепной зоны Кемеровской области.

**Методика.** Полевые опыты были заложены на опытном участке кафедры земледелия и растениеводства Кемеровского ГСХИ в 2013 году. Почва опытного участка – чернозем оподзоленный, содержание гумуса в слое 0 – 20 см. 8,9 %, содержание фосфора – 109 мг / кг, содержание калия – 115 мг / кг почвы, что соответствует среднему содержанию,  $pH_{\text{сол}} = 5,6$ . Содержание агрономически ценных агрегатов соответствует отличному состоянию и составляет 83,2 %.

Опыты проводили с сортом ярового ячменя Сибиряк (норма высева 4,5 млн. всхожих семян, срок посева оптимальный для культуры – 8,05; посев ручной (рядовой), глубина 4 – 5 см). Сорт картофеля Удалец (среднеранний, столового назначения. Цветки светло-фиолетовые, окраска клубней белая, форма округло-овальная, мякоть белая, масса товарного клубня 100–110 г.). Посадку проводили 27 мая, в четырехкратной повторности по схеме 70×25 см. Предшественник – зерновые (пшеница). Опыт мелкоделяночный, площадь делянки – 1 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная, расположение делянок систематическое. Объектом изучения служил препарат гумат калия 2,51 %, с концентрацией по гуминовым кислотам 0,02 %. Изучали следующие варианты: обработка семян и клубней перед посевом, обработка в период вегетации (фаза кущения, фаза бутонизации), обработка семян перед посевом + обработка по вегетации. Контроль – без обработки.

Погодные условия в период вегетации 2013 г. были крайне неблагоприятными для роста и развития ячменя. ГТК составил 2,11. При избыточном увлажнении наблюдался недобор среднесуточных температур в мае и июне. К аномалиям периода относятся и выпадение града 21 июля и 10 августа, балл полегания от 2,5 до 3. Эти условия повлияли и на урожайность, и на качество зерна и клубней, и снизили действие препарата.

В период вегетации проводились следующие учеты и наблюдения с использованием общепринятых методик:

- определение структурного состава почвы, методом сухого рассева по Н.И. Саввинову (А.Ф. Вадюнина, 1986);
- определение засоренности агрофитоценоза в фазу кущения, количественным методом (И.П. Васильев, И.М. Туликов, Г.И. Баздырев, 2005);
- фенологические наблюдения за ростом и развитием ячменя, полевой всхожести, сохранности к уборке, высоты растений, элементов структуры продуктивности по методике Государственного сортоиспытания полевых культур (М., 1989);
- качественные показатели зерна (пленчатость, натура (Г.П. Жемела, 1977));
- определение нитратов в клубнях картофеля ионометрическим методом (МУ, 5048-89).

### **Результаты исследований**

Гумат калия является водорастворимой солью гуминовой кислоты и, наряду с гуматом натрия вызывает положительную ответную реакцию, которая проявляется в повышении жизнестойкости организма, особенно в экстремальных условиях среды [4]. Обработка гуматом калия в 2013 г. не оказала влияния на развитие растений ячменя.

Вегетационный период на всех изучаемых вариантах и контроле составил 71 день. При анализе показателя высота растений незначительная прибавка определена на варианте обработка семян (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние гумата калия на ростовые показатели растений ячменя

Вариант	Высота растений в основные фазы развития					Длина колоса, см
	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Созревание	
Контроль	6,5	14,4	30,0	85,0	88,5	8,98
Обработка семян	6,6	15,4	31,0	87,5	90,0	9,0
Обработка по вегетации	6,2	13,1	30,0	90,5	91,7	9,18
Обработка семян + обработка по вегетации	6,1	13,5	29,0	81,7	87,7	8,32

Высота растений на данном варианте отличается во все основные фазы развития, это способствует большему накоплению биомассы растений и последующем, оттоку этих веществ в колос, т. е. формированию крупного зерна. Масса 1000 зерен на варианте обработка семян составила 43,8 г, при крупности зерна ячменя на контроле – 42,3 г.

Применение гумата калия способствовало нарастанию надземной массы растений картофеля (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика накопления вегетативной массы растений картофеля

Вариант	Фаза бутонизация		Фаза цветение	
	высота растения, см	масса ботвы, г/куст	высота растения, см	масса ботвы, г/куст
Контроль	38,7	390	50,3	540
Обработка клубней	44,7	550	49,1	690
Обработка по вегетации	45,6	570	53,4	720
Обработка клубней + обработка по вегетации	44,0	520	47,9	590

По высоте растений выделился вариант с обработкой препаратом по вегетации – 53,4 см, прибавка по сравнению с контролем составила 3,1 см (50,3 см). Наибольшая масса ботвы отмечена в фазу цветения на вариантах: обработка клубней при посадке (690 г/куст) и обработка по вегетации (720 г/куст). Увеличение массы ботвы по сравнению с контролем составило 150-180 г/куст. Растения на этих вариантах были сильно развитые, с крепкими стеблями, хорошо облиственные.

Основным критерием оценки эффективности применения препарата является урожайность. Обработка гуматом калия оказала положительное влияние, увеличилось число и масса клубней, прибавка по сравнению с контролем составила 960 – 1070 г (таблица 2).

Применение гумата калия способствовало формированию более высокой урожайности с наибольшим выходом товарной фракции (таблица 3).

Таблица 3 – Структура урожая картофеля сорта Удалец

Вариант	Количество клубней с 10 кустов, шт			Масса клубней с 10 кустов, г	
	всего	в том числе			
		Крупных > 80 г	средних 50-80 г		Мелких < 50 г
Контроль	40	13	9	18	3130
Обработка клубней	54	16	19	19	4090
Обработка по вегетации	59	18	21	20	4200
Обработка клубней + обработка по вегетации	40	10	17	13	3130

Наибольшая масса клубней с 10 кустов отмечена на вариантах: обработка по вегетации (4200 г) и обработка при посадке (4090 г). На варианте с обработкой при посадке и по вегетации урожайность была на уровне стандарта – 3130 г.

Применение гумата калия способствовало формированию более высокой урожайности с наибольшим выходом товарной фракции (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность и товарность клубней картофеля сорта Удалец

Вариант	Урожайность, т/га	Выход товарных клубней, %	Выход клубней, т/га
Контроль	14,1	55,0	7,7
Обработка клубней	18,4	64,8	11,9
Обработка по вегетации	18,9	66,1	12,5
Обработка клубней + обработка по вегетации	14,1	67,5	9,5

$HC_{P05} = 0,82$

Наибольшая товарность (67,5 %) отмечена на варианте: обработка при посадке и по вегетации, с выходом товарной фракции 9,5 т/га, прибавка по отношению к контролю – 12,5 %. Следует отметить, что варианты: обработка клубней при посадке и обработка по вегетации показали наибольший выход клубней товарной фракции – 11,9 и 12,5 т/га, соответственно.

Одним из показателей качества продукции картофеля является отсутствие в нем нежелательных соединений, одним из которых являются нитраты. Содержание нитратов по всем вариантам было ниже ПДК для картофеля и варьировало от 97 мг/кг (вариант – обработка клубней) до 40 мг/кг – остальные варианты.

По длине колоса в фазу созревания достоверных различий не выявлено. Варьирование по данному признаку от 8,98 см (контроль) до 9,18 см (обработка по вегетации). Результатами исследований установлено, что предпосевная обработка семян гуматом

калия положительно влияет на полевую всхожесть – 84,2 %, на контрольном варианте – 81,8 % и увеличению густоты продуктивного стеблестоя (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние гумата калия на элементы структуры урожая и качество зерна

Элементы структуры	Вариант			
	Контроль	Обработка семян	Обработка по вегетации	Обработка семян + обработка по вегетации
Количество взошедших растений, шт./м <sup>2</sup>	368	379	332	356
Количество сохранившихся растений, шт./м <sup>2</sup>	316	317	291	303
Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	538	541	522	425
Продуктивная кустистость	1,70	1,71	1,79	1,40
Количество зерен в колосе, шт.	25,3	25,8	25,8	24,3
Масса 1000 зерен, г	42,3	43,8	43,1	44,7
Масса зерна, г / м <sup>2</sup>	336,4	369,20	387,2	325,6
Натура, г / л	620	620	610	610
Пленчатость, %	10,9	11,0	13,7	12,1

Исследованиями А.М. Ямалева [7], Г.Х. Ишмаковой [6] определено влияние гуминовых препаратов, в большей степени как антидотов против токсического действия гербицидов на защищаемые от сорняков культурные растения и качественные показатели. При проверке качества зерна ячменя выявлено влияние на показатель пленчатости. На контрольном варианте пленчатость составила 10,9 %. На уровне контроля у семян на варианте предпосевная обработка семян – 11,0 %. Натурный вес у семян ячменя варьировал от 610 до 620 г/л.

На формирование продуктивности определенное влияние оказывает и засоренность агрофитоценоза. В опыте численность сорняков на всех изучаемых вариантах превышала экономический порог вредоносности (таблица 6), что сказалось на урожайности. На контроле массы зерна с 1 м<sup>2</sup> сформировалась на уровне 336,4 г/м<sup>2</sup>. Максимальный урожай ячмень формировал на варианте обработка растений по вегетации (фаза кущения).

Урожайность составила – 387,2 г / м<sup>2</sup>. Урожайность на других вариантах на уровне контроля.

Таблица 6 – Численность сорняков в ячменном агрофитоценозе в зависимости от варианта обработки (ф. кущения, 7.06.2013 г.)

Вариант	Количество сорняков, шт / м <sup>2</sup> в т. ч.		
	малолетние	многолетние	всего
Контроль	23	30	53
Обработка семян	6	31	37
Обработка по вегетации	26	84	110
Обработка семян + обработка по вегетации	12	52	64

Таким образом, исследования по оценке влияния гумата калия на рост, развитие и продуктивность ячменя сорта Сибиряк позволили сделать предварительные выводы:

1. Обработка семян гуматом калия положительно влияет на ростовые процессы растений ячменя и картофеля.

2. При предпосевной обработке семян наблюдается увеличение урожайных свойств – продуктивной кустистости, крупности зерна.

3. Максимальную урожайность сорт ячменя Сибиряк формировал при обработке растений по вегетации – 387,2 г / м<sup>2</sup>.

4. Обработка картофеля гуматом калия обеспечила прибавку к урожайности от 4,3 до 4,8 т/га по сравнению с контролем. Выход товарных клубней наибольший на варианте – обработка клубней + обработка по вегетации (67,5 %).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов Л.Ф. Влияние гуминовых препаратов на ростовые процессы растений / Л.Ф. Логинов, И.Д. Комиссаров. // Тр. Тюменского СХИ. – Тюмень, 1970. – Т. 14. – С. 189 – 200.

2. Ларионов Ю.С. Предпосевная обработка семян росторегулирующими препаратами / Ю.С. Ларионов, Л.М. Ларионова, З.Г. Ткачева // Агрохимический вестник. – 2007. – № 2. – С. 19 – 20.

3. Сиротина Е.А. Влияние оптимальных доз биологически активных удобрений на основе торфа на трансформацию органического вещества почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / Е.А. Сиротина, Э.В. Титова, И.Б. Сорокин // Агрохимия: наука и производство: мат. научн. – практ. конф. – Кемерово, 2004. – С. 18 – 20.

4. Удинцев С.Н. Повышение пищевой ценности сельскохозяйственной продукции препаратами на основе гуминовых соединений торфа / С.Н. Удинцев, И.Б. Сорокин, Т.П. Жилиякова [и др.] // Агрохимия: наука и производство: мат. научн. – практ. конф. – Кемерово, 2004. – С. 21 – 23.

5. Христева Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений // Гуминовые удобрения. Теория и практика применения. – Киев, Урожай, 1968. – С. 13 – 27.

6. Ишмакова Г.Х. Действие фиторегулятора гумми на продуктивность сахарной свеклы / Г.Х. Ишмакова, Р.Р. Исмагилов, Ш.Я. Гилязетдинов // Агрохимический вестник. – 2007. – № 2. – С. 25 – 27.

7. Ямалеев Я.М. Антистрессовый эффект гумми на посевах яровой пшеницы при наземной обработке гербицидом / Я.М. Ямалеев, А.А. Ямалиева // Агрохимический вестник. – 2007. – № 2. – С. 21 – 22.

*А.П. Гришкова, Н.А. Чалова*

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ КРУПНОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ В ООО СПК «ЧИСТОГОРСКИЙ» КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Интенсификация отрасли свиноводства определяется многими факторами, где в совокупности решаются вопросы в области селекции, рационального кормления и технологии содержания животных. В данной связи на крупных промышленных комплексах по производству свинины в России проводится реконструкция, где используется новое технологическое оборудование, позволяющее оптимизировать процессы, связанные с регулируемым микроклиматом помещений, эффективным расходом корма на всех этапах получения и выращивания молодняка. Большое значение в данной связи приобретает и рациональное использование генетических ресурсов, что, в конечном счете, формирует экономику предприятия.

Анализ деятельности современных предприятий по производству свинины показывает, что потенциал мясной продуктивности отечественных пород свиней в наибольшей степени требует совершенствования, а поставка на комплексы животных зарубежной селекции для воспроизводства в качестве материнских форм неизбежно влечет за собой множество проблем, связанных в первую очередь с адаптацией организма, их здоровьем и, как следствие, потерей тех уникальных свойств, которые им были присущи на месте их создания и использования [1-2].

В данной связи на предприятии ООО СПК «Чистогорский» в настоящее время функционирует племенной завод по чистопородному разведению крупной белой породы свиней. Эти животные характеризуются высокими материнскими качествами, хорошей приспособленностью к местным условиям, а их мясосальная продукция по вкусовым свойствам, в сравнение с импортной, имеет преимущество. В тоже время классическая крупная белая порода свиней отечественной селекции, используемая в качестве материнской основы в системах скрещивания, характеризуются значительным содержанием жира в тушах, что в конечном счете затрудняет производство конкурентоспособной свинины [3].

Исходя из этого, нами была поставлена цель – улучшить мясные и откормочные качества свиней отечественной крупной белой породы при сохранении ценных свойств, характерных для данных животных.

В задачи исследований входило определение результативности использования генотипа животных зарубежной селекции в вводимом скрещивании с матками крупной белой породы, разводимыми на предприятии.

**Условия, материал и методы.** Исследования проведены в условиях племенной фермы по чистопородному разведению крупной белой породы свиней ООО СПК «Чистогорский» (n=440 основных свиноматок). В вводимом скрещивании использованы хряки пород: йоркшир, приобретенные в племзаводе «Юбилейный» Тюменской области; РС (крупная белая английской селекции), приобретенные в Польше, и крупной белой породы французской селекции из Франции. Для разведения «в себе» использованы животные проектного генотипа с обязательной оценкой воспроизводительных качеств, откормочных и мясных свойств по данным собственной продуктивности и качеству потомства. Оценка методом контрольного откорма проведена по 12 потомкам от каждого хряка. Определены гематологические и биохимические свойства крови и

качество мясосальной продукции животных новой популяции свиней крупной белой породы. Биометрическая обработка данных проведена методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому (1969) с применением компьютерных программ АСС, Excel.

**Результаты и обсуждение.** Анализ полученных результатов по оценке репродуктивных качеств свиноматок новой популяции животных показывает, что использование в вводном скрещивании хряков зарубежной селекции не снижает высоких показателей репродуктивных качеств свиней отечественной крупной белой породы. Свиноматки ведущей группы, оцененные по 589 опоросам без учета аварийных, показали многоплодие 12,2 головы, к отъему в 28 дней выращено по 10,0 поросят, что составило 82,0% сохранности. Отъемная масса гнезда и одной головы получены соответственно 74,2 и 7,4 кг (таблица 1).

Таблица 1 – Воспроизводительные качества свиноматок ведущей группы (n=112 голов, количество опоросов – 589)

Многоплодие, голов	Крупноплодность, кг	В 21 день		При отъеме в 28 дней		
		кол-во поросят, гол.	масса гнезда, кг	кол-во поросят, гол.	масса гнезда, кг	масса 1 гол., кг
12,2±0,11	1,55±0,02	10,0±0,07	50,5±0,32	10,0±0,07	74,2±0,47	7,4±0,05

Анализ продуктивности основных свиноматок по семействам показал, что многоплодие более 12,5 поросят получено в родственной группе Волшебницы (n=57) – 12,7 голов. Данный показатель продуктивности 188 свиноматок семейств Черной птички, Сои, Гвоздики, Герани и Кийи составил в среднем 12,3 голов (lim = 12,2-12,5). Наименьшее многоплодие получено от свиноматок из семейств Рекламы, Палитры и Тайги (n=94) – соответственно 11,3; 11,5; 11,7 голов. Поросята рождаются крупными – живая масса в среднем составила 1,54 кг, абсолютный прирост за подсосный период составил 5,87 кг, среднесуточный – 210 г.

Фенотипическая оценка ремонтных хрячков, выращенных в условиях элевера (n=108 голов), соответствует классу элита. Так, скороспелость составила в среднем у всех оцененных 173,2 дня, толщина шпика – 20,1 мм, длина туловища – 122,8 см. Отобранные 20,2 % ремонтных хрячков превосходили всех оцененных сверстников при выращивании до живой массы 100 кг в среднем по возрасту на 4,8 дня, по толщине шпика на 5,0 мм (P<0,001). Среднесуточный прирост за период выращивания составил в среднем по всем отобранным для дальнейшего использования хрячков 828 г, затраты корма на 1 кг прироста – 2,70 кормовых единиц.

Оценка ремонтных свинок по собственной продуктивности (n=1174 гол.) и отбор на уровне 50,0 % указывает на эффективность использования в скрещивании хряков зарубежной селекции. Отобранное потомство наряду с высокой скороспелостью (194 дня) характеризуется тонким шпиком – 15,7 мм.

На основании проведенных исследований нами установлено, что потомство оцененных хрячков каждой заводской линии живой массы 100 кг достигло в среднем за 166,2 дня при среднесуточном приросте за период откорма 874 г и затратах корма на единицу прироста 2,80 кг корма (таблица 2). Лучшими показателями откормочной продуктивности (среднесуточный прирост, возраст достижения живой массы 100 кг, затраты корма) выделяется потомство от хрячков французской селекции (Факела, Филина и Флокса). В сравнении с аналогами потомства из линий Го и Свата разница в среднем по энергии роста составила 105 г (P<0,01), скороспелости 19,9 дня (P<0,001).



Потомство от хряков РИС (Пилота и Полюса) также отличается высокими показателями откорма, среднесуточный прирост в среднем составил 886 г.

В тоже время потомство с генотипом хряков породы йоркшир по скороспелости и энергии роста уступают сверстникам от французских хряков соответственно на 11,6 дней ( $P<0,01$ ) и 79,5 г ( $P<0,05$ ).

Таблица 2 – Откормочные качества потомства за период откорма (n=108 гол.)

Линия	Среднесуточный прирост, г	Возраст достижения живой массы 100 кг, дней	Затраты корма на 1 кг прироста, кг
<b>Го 7545</b>	810±24,1	176,9±1,9	3,07±0,1
<b>Сват 7528</b>	828±24,8	177,4±2,5	3,12±0,1
<b>Йорк 249</b>	839±19,2	169,4±3,1	2,79±0,1
<b>Йомен 19</b>	850±14,1	168,0±2,6	2,76±0,08
<b>Полюс 9048</b>	889±44,1	165,5±1,7	2,77±0,05
<b>Пилот 9047</b>	882±19,7	167,1±2,0	2,77±0,02
<b>Факел 1719</b>	895±28,3	159,7±2,1	2,69±0,09
<b>Филин 1723</b>	937±33,5	157,0±2,7	2,60±0,08
<b>Флокс 6714</b>	940±24,2	154,5±3,3	2,62±0,1
В среднем	874±8,9	166,2±0,9	2,80±0,03

Результаты контрольного убоя показали, что полученное потомство новой популяции отличается не только повышенным потенциалом откормочной продуктивности, но также и высокими мясными качествами, отвечающие современным требованиям при производстве свинины (таблица 3).

Таблица 3 – Мясные качества потомства при убое в 100 кг (n= 108)

Линия	Масса парной туши, кг	Масса задней трети полутуши, кг	Толщина шпика над 6-7 груд. позв., мм	Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup>
<b>Го 7545</b>	66,2±0,7	10,6±0,2	28,1±1,0	39,5±1,1
<b>Сват 7528</b>	65,7±0,4	10,5±0,1	29,8±0,9	37,4±1,1
<b>Йорк 249</b>	69,1±1,1	12,0±0,1	24,4±1,2	44,2±0,8
<b>Йомен 19</b>	68,5±0,8	11,9±0,1	25,2±0,8	45,3±0,6
<b>Полюс 9048</b>	67,9±0,7	11,4±0,2	24,8±1,5	45,9±1,2
<b>Пилот 9047</b>	65,7±0,4	11,8±0,2	23,6±0,9	46,6±0,9
<b>Факел 1719</b>	68,5±0,8	12,7±0,3	21,7±0,9	47,9±1,6
<b>Филин 1723</b>	69,2±0,8	12,4±0,1	21,3±0,6	47,6±0,8
<b>Флокс 6714</b>	68,0±0,4	12,0±0,1	21,0±1,1	48,3±2,7
В среднем	67,6±0,3	11,7±0,08	24,6±0,4	44,7±0,5

Полученное потомство при убое дает туши с тонким шпиком (24,6 мм), хорошо выполненной задней третью полутуши (11,7 кг) и длиннейшей мышцей спины (44,7см<sup>2</sup>). Это свидетельствует, на наш взгляд, о высокой пластичности организма животных крупной белой породы отечественной селекции в реализации получения новых генотипов с высокими показателями мясной продуктивности. В тоже время анализ топографии жировоголожения показал, что потомство из линий Го и Свата характеризуется излишним отложением сала по хребту, в среднем толщина шпика над 6-7 грудными позвонками составила 29,0 мм. Наиболее тонкий шпик получен у потомков с прили-

тием крови животных французской селекции – 21,3 мм, что в сравнении с чистопородными аналогами тоньше на 7,7 мм ( $P < 0,001$ ).

Меньшим, в сравнении с чистопородными аналогами, отмечено отложение жира над 6-7 грудными позвонками у потомков от использования хряков йоркшир и РС – соответственно 24,8 и 24,2 мм, разница составила в среднем – 4,5 мм ( $P < 0,01$ ). Сравнительная оценка по такому важному показателю, как площадь поперечного сечения длиннейшей мышцы спины, показала, что использование в вводном скрещивании хряков породы йоркшир, крупной белой английской и французской селекции дало возможность улучшить у потомков данный показатель продуктивности на 13,2 % ( $P < 0,01$ ).

Оценка химического состава, физико-химических свойств мяса и сала, а также органолептическая характеристика мяса показала, что при убое в 100 кг содержание влаги в мясе составило 75,5 %. Превосходство по данному показателю между животными разных линий не отмечено. Существенным показателем, с которым связано качество мясной продукции, является содержание внутримышечного жира. В наших исследованиях на долю жира в среднем приходится 3,6 %, протеина содержится 20,0 %, золы – 0,9 %.

Вкус продукта, содержание жира, воды и других показателей тесно связаны с интенсивностью окраски мяса. В среднем по всем образцам мышечной ткани интенсивность окраски составила 62,4 ед. экстинкции. Содержание связанной воды в мясе свиной изучаемой популяции колебалось от 53,6 % до 63,4 %, рН мяса составила 5,65 ед. кислотности.

В целом проведенные исследования по оценке химического состава, физико-химических свойств мяса и сала, а также органолептическая характеристика показали, что при использовании вводного скрещивания свиноматок отечественной крупной белой породы с хряками зарубежной селекции разного экогенеза не оказало отрицательного влияния на качество мясосальной продукции.

Исследования среднепопуляционных значений морфологических и биохимических показателей крови ремонтного молодняка показывают, что организм животных соответствует физиологической норме и имеет высокие показатели естественной резистентности. Так, количество эритроцитов в среднем составило  $6,61 \cdot 10^{12}/л$ , лейкоцитов –  $17,10 \cdot 10^9/л$ , содержание гемоглобина в крови – 9,78 г%. Показатели лейкограммы указывают на высокое содержание лимфоцитов (65,0 %), сдвиг вправо палочко- и сегментоядерных нейтрофилов соответственно на высокие гуморальные факторы защиты организма, способность вырабатывать бактерицидные (лизозим) и антитоксичные вещества, что гарантирует повышенную активность клеточного иммунитета животных. Уровень общего белка в сыворотке крови составил 7,14 г%, где на долю  $\gamma$ -глобулиновой фракции приходится 1,47 г%, что составляет 20,6 % или находится в центре крайних границ нормы. Данная картина указывает на хорошо сформировавшуюся систему гуморальной защиты организма.

**Выводы.** В целом, результаты исследований свидетельствуют о целесообразности использования генофонда животных зарубежной селекции разного экогенеза в улучшении откормочной и мясной продуктивности крупной белой породы свиной отечественной селекции. Созданная на основе вводного скрещивания популяция животных по комплексной оценке продуктивных, морфологических и биохимических характеристик характеризуется потенциалом высокой продуктивности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский Д. Мировой генофонд свиней в чистопородном разведении, скрещивании и гибридизации / Д. Барановский, В. Герасимов, Е. Пронь // Свиноферма. – 2008. – № 11. – С. 12–15.
2. Жучаев К.В. Формирование адаптивных качеств и продуктивности свиней в процессе микроэволюции / К.В.Жучаев // Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра б. наук. – Москва, 2005. – 41 с.
3. Клемин В.П. Повышение генетического потенциала у свиней / В.П. Клемин // Свиноферма. – 2006. – № 8. – С. 6-8.

УДК [636.085.1:636.2:619] (571.17)

*Л.Я. Макаренко, Е.А. Колокольцова, Г.В. Макаренко*

### **ПРОБЛЕМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОРМОВЫХ ТОКСИНОВ НА ОРГАНИЗМ КОРОВ В УСЛОВИЯХ ЭКОСИСТЕМЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Вопрос полноценного питания человека не может быть решен без производства молока и молочных продуктов, поэтому развитие молочного животноводства требует постоянного внимания.

В Кемеровской области остро стоит вопрос перевода кормовой базы крупнорогатого скота с естественных лугов и пастбищ на культурно возделываемые агрофитоценозы. Ядовитые и сорные растения активно осваивают поля, травостой которых вынуждены использовать для заготовки кормов сельхозпроизводители [1, 2].

Массовые очаги кормовых отравлений, вынужденный убой и падеж наносят молочному животноводству значительный экономический ущерб, который проявляется в снижении продуктивности и преждевременном выбытии животных. Как следствие, отрасль животноводства несет убытки.

Поводом для проведения исследований были снижение удоев, несмотря на улучшение кормления, падеж, изменения в печени вынуждено убитых животных. Для изучения проблем вызванных токсинами, поступающими с кормом, нами были проведены исследования на полновозрастных коровах. Методом рендамизированной выборки были отобраны 5 животных и проведен убой. Для исследований у коров была взята печень и законсервирована в формалине по методике М.А. Дробина и П.И. Кокуревича, окраску гистологических срезов провели по Ван-Гизону и гематоксилин-эозином [3]. Приготовление и исследование срезов проводила центральная научно-исследовательская лаборатория Кемеровской Медицинской Академии.

В анализируемых образцах печени наблюдались сильно выраженные дистрофические процессы, которые характеризовались зернистой и жировой дегенерацией клеток. Перерождение органа наблюдали по всей печеночной дольке равномерно, дистрофия наиболее была выражена в клетках, прилегающих к центральной вене. Повсеместно фиксировали очаги лимфоидной инфильтрации, а также дистрофические изменения цитоплазмы гепатоцитов. В некоторых участках клетки подверглись некрозу и частично лизировали, вследствие этого было нарушено балочное строение печени.

В пораженных участках кровеносные капилляры были сильно расширены, наблюдался диapedез эритроцитов из кровеносных капилляров. В местах сдавливания кровью печеночных балок зафиксирована дистрофия, атрофия и некроз печеночных клеток. В междольковой соединительной ткани зарегистрированы пролиферативные изменения, заключающиеся в бурном размножении лимфоидных клеток, гистиоцитов и фибробластов.

Таким образом, вышеперечисленные наблюдаемые изменения в клетках свидетельствуют о токсическом поражении печени (токсическая дистрофия) с элементами начинающегося билиарного цирроза.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что вопросы дифференциальной диагностики, лечения и профилактики отравлений крупно-рогатого скота ядовитыми дикорастущими растениями остаются открытыми. Нет концепции патогенеза отравлений, что затрудняет целенаправленный поиск средств реабилитации коров.

Полученные результаты позволяют говорить о серьезных проблемах в кормлении молочного скота. Причины этого требуют дальнейшего изучения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Антипова Н.М. Сорные растения как особая экологическая группа растений / Н.М. Антипова. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2002. – 178 с.
- 2 Гусынин И.А. Токсикология ядовитых растений / И.А. Гусынин. – М.: Изд-во с/х лит-ры, 1955. – 330 с.
- 3 Жаров А.В. Практикум по патологической анатомии сельскохозяйственных животных / А.С. Жаров. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 281 с.

УДК 631.81.

*О.И. Просянникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова*

### **БАЛАНС МАРГАНЦА ПО ПОЧВЕННЫМ ОКРУГАМ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Необходимым условием для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур является полное удовлетворение потребностей растений в макро и микроэлементах. Однако, как показывает практика, не все сельхозпроизводители соблюдают данное условие, применяя в качестве удобрений лишь макроэлементы – азот, фосфор и калий, тем самым нарушая баланс элементов питания.

Одним из микроэлементов необходимым в питании растений является Mn, наиболее распространенный в литосфере. По стране почвы с низким содержанием марганца составляют 16,4 % , средним – 34,4 % и высоким – 49,2 % [1]. При его недостатке наблюдаются плохое развитие корневой системы, хлорозы, снижение урожайности культур [2].

В связи с этим, цель нашей работы рассмотрение баланса Mn по почвенным округам Кемеровской области. Исследования были проведены на черноземных почвах, сформированных на лессовидных, покровных суглинках и флювиогляциальных отло-

жениях, т.е. в значительной степени переработанных и, как правило, небогатых микроэлементами почвообразующих породах.

Баланс Mn изучен при возделывании яровых зерновых культур по почвенным округам Кемеровской области. Зерновые культуры в структуре площадей занимают 70 %, Средняя урожайность культур рассчитана по фактическим данным за 2009–2011 гг. [3].

В приходную часть баланса включены следующие источники: органические и минеральные удобрения, посевной материал, пожнивные и корневые остатки, поступление с атмосферными осадками (жидкие и твердые).

Расходная часть включает: вынос урожаем основной и побочной продукции, (в наших исследованиях вынос яровыми зерновыми культурами Mn, из почв определяли по результатам наблюдений на контрольных участках агроэкологического мониторинга (1994–2011 гг.), систематизируя по видам культур и почвенным округам), потери с поверхностным и внутрпочвенным стоком воды.

В результате анализа многочисленных балансовых расчетов поступление Mn с удобрениями в Мариинско-Ачинской лесостепи составляет 18,2, в Лесостепи Кузнецкой котловины – 19,0, Степи Присалаирской депрессии – 20,6 и в Северной лесостепи предгорий – 19,0 %. Большая часть его поступает с органическими удобрениями 16,7, 17,1, 18,7 и 16,8 % соответственно (рисунок 1).

Следующая статья прихода Mn в балансе – поступление с посевным материалом и варьирует от 3,9 до 4,6 % по почвенным округам, с поверхностными остатками (корневые и пожнивные остатки) наибольшее поступление Mn отмечено в Степи Присалаирской депрессии – 29,8 %. Коэффициенты выхода корневых и пожнивных остатков относительно урожая основной продукции взяты по видам культур [4]. Основная часть Mn поступает с атмосферными осадками от 45,1 до 54,9 % от общего прихода.

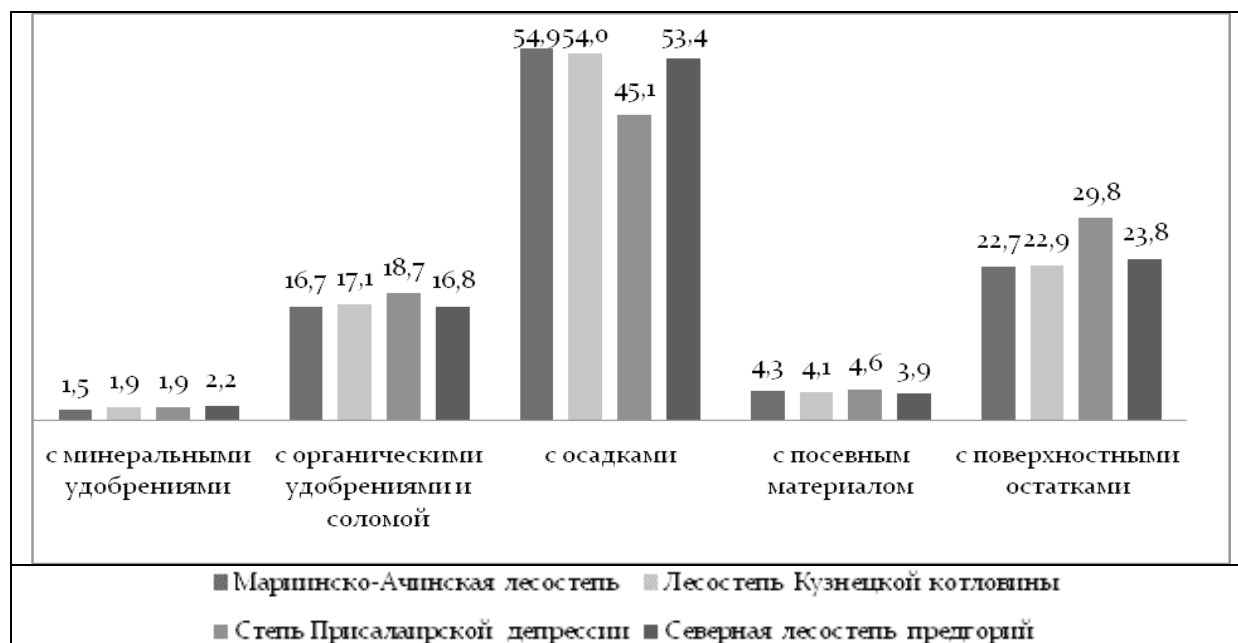


Рисунок 1 – Приходные статьи Mn по почвенным округам Кемеровской области (в % от общего поступления)

Вынос Mn урожаем яровых зерновых культур с учетом побочной продукции составил в Мариинско-Ачинской лесостепи – 56,2 г/га, в Лесостепи Кузнецкой котловины – 57,7, Степи Присалаирской депрессии – 63,0 и в Северной лесостепи предгорий – 55,6

г/га; с поверхностным и почвенным стоком воды по почвенным округам выносятся от 9,07 до 12,6 г/га (таблица 1).

В целом баланс Mn для всех исследуемых почвенных округов Кемеровской области, при возделывании яровых зерновых культур отличается незначительно, складывается положительным и составляет от 23,8 до 40,4 г/га.

Таким образом, расчет баланса позволяет определить состояние Mn в агроценозах и установить закономерности формирования положительного баланса по принятой технологии возделывания яровых зерновых культур Кемеровской области.

Таблица 1 – Баланс марганца при возделывании зерновых культур по почвенным округам Кемеровской области, г/га

Статья баланса		Почвенный округ			
		Мариинско-Ачинская лесостепь	Лесостепь Кузнецкой котловины	Степь Приса-лаирской депрес-сии	Северная лесостепь предгорий
Приход	с минеральными удобрениями	1,61	2,06	1,8	2,27
	с органическими удобрениями и соломой	18,2	18,4	17,9	17,6
	с осадками	59,9	58,1	43,2	56
	с посевным материалом	4,66	4,4	4,42	4,05
	с поверхностными остатками	24,8	24,7	28,5	24,9
<b>Всего поступило</b>		109,2	107,7	95,8	104,8
Расход	зерном	28,71	30,8	32,81	27,97
	соломой	27,47	26,88	30,16	27,61
	поверхностным и почвенным стоками	12,6	12,2	9,07	11,8
	<b>Всего вынос</b>	68,8	69,9	72,0	67,4
<b>Баланс, ±</b>		40,4	37,8	23,8	37,4

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аристархов А.Н. Параметры плодородия основ, типов почв / А.Н. Аристархов, А.Н. Поляков, А.А. Собачкин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 254–260.
2. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 330 с.
3. Сельское хозяйство Кузбасса (муниципальные образования) // Стат. сб. – Ч. 1, 2 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области. – Кемерово, 2011. – 248 с.
4. Методические указания по определению баланса питательных веществ, азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. – М.: Изд-во ЦИНАО, 2000. – 40 с.

*Р.Б. Нурлыгаянов, Е.А. Егушова, А.Л. Межевич, А.А. Арефин*

## **МЕСТО КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЖАНОМ ПОЯСЕ РОССИИ**

Издавна озимая рожь считалась основной хлебной культурой славян. По данным А. Фортунатова (1893), в середине XIX в. из 50 губерний Европейской России озимая рожь не возделывалась только в трех – Бессарабской, Подольской и Оренбургской. В 38 губерниях озимая рожь считалась основным хлебным злаком [1].

Интересно ее вхождение в культуру земледелия в Сибири, когда она впервые была завезена вместе с семенами пшеницы, как культурная примесь, и оказалась наиболее устойчивой к климатическим условиям и отличилась высокой урожайностью зерна.

В свое время И.Т. Быков (1930) отметил преимущества культуры озимой ржи в Сибири: в 1920-1923 гг. озимая рожь дала урожай 6,17 ц/га, а яровая пшеница – 5,33, овес – 5,73 [2, с.10]. Почвенный покров Сибири и климатические условия на много хуже, чем в европейской части страны. А это, в свою очередь, создает условия для успешного возделывания озимой ржи на продовольственные цели в регионе. Рожь может переносить худшие почвы, чем пшеница, – писал более 120 лет тому назад А. Розенберг-Липинский (1893) [3, с.408], что не требует объяснений и поныне.

Северной границей распространения посевов озимой ржи является 69 ° с. ш. По данным В.Д. Кобылянского (1982), колебание содержания белка в зерне ржи, выращенной в различных точках СССР, составляет 30 %. Наблюдается тенденция увеличения содержания белка при продвижении посевов с запада на восток и с севера на юг. В изученных пунктах бывшего СССР (Ленинград, Москва, Полтава, Майкоп, Ташкент) минимальное количество белка в зерне диплоидных сортов ржи наблюдается в условиях Ленинграда (11,2-11,9 %), максимальное – в условиях Ташкента (15,3–16,1 %) [4].

Как отмечает А.А. Мытарев (1973), Кемеровская область занимает северные отроги Алтайской горной системы – Кузнецкий Алатау, Салаирский кряж и Горную Шорию, а также межгорную Кузнецкую котловину и юго-восточную часть Западно-Сибирской равнины между 52°10' и 56°50' северной широты [5, с. 6]. Очевидно, возделывание озимой ржи на зерно на всех земледельческих районах области допустимо. Регион в целом находится в пределах ржаного пояса России. Отметим, несмотря на преимущества, озимая рожь в Западной Сибири возделывается незначительно, по сравнению с другими зерновыми культурами (таблица 1). Среди регионов, по посевным площадям озимой ржи в Западной Сибири, Кемеровская область занимает третье место. Однако ее объемы снижаются за счет увеличения посевов озимой пшеницы.

По урожайности зерна озимой ржи Кемеровская область занимает первое место по Западной Сибири. Значит, культура для региона весьма выгодная.

Многие фермеры, руководители сельхозпредприятий не согласны на низкие цены зерна ржи. Действительно – это так, но сама культура в этом не виновата. Здесь работают другие законы рыночной экономики. В Западной Сибири в достаточном количестве производится пшеница, хлебопекарные качества которой за последние 30 лет сильно повысились, а потребность осталось на том же уровне. Поэтому больше всего внимание уделяется на заготовку и производство пшеничного хлеба, хотя наблюдается обратный парадокс – в магазинах ржаной хлеб на 50 % дороже пшеничного. Здесь ви-

димо требуется применение административного ресурса, другого выхода нет. Ржаной хлеб должен быть дешевле и доступным для большинства населения.

Таблица 1 – Динамика посевных площадей озимой ржи по РФ и регионам СФО (2007-2011 гг.), (тыс. га). [6,с.134, 7,с.134]

	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
РФ	2102,8	2165,8	1761,5	1761,5	1551,0
СФО	162,2	208,0	222,0	111,9	94,8
Республика Бурятия	1,1	0,6	0,5	1,2	0,8
Республика Хакасия	0,8	0,8	0,5	0,3	0,2
Алтайский край	69,3	85,0	94,8	40,3	30,1
Забайкальский край	2,4	2,3	2,8	1,2	1,0
Красноярский край	11,0	11,3	14,0	10,5	10,0
Иркутская область	1,1	1,7	1,7	1,7	1,3
<b>Кемеровская область</b>	<b>16,4</b>	<b>22,2</b>	<b>21,9</b>	<b>14,3</b>	<b>11,2</b>
Новосибирская область	29,0	40,3	49,3	21,2	27,8
Омская область	22,4	32,5	28,0	16,3	7,7
Томская область	8,7	12,6	8,5	4,9	4,8

Таблица 2 – Динамика урожайности зерна озимой ржи по РФ и регионам СФО (2007-2011 гг., ц/га) [6,с.188, 7,с.190]

	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
РФ	19,2	21,1	20,7	11,9	19,5
СФО	18,4	17,4	20,2	14,4	18,2
Республика Бурятия	3,1	7,4	8,9	10,0	8,5
Республика Хакасия	13,2	18,2	16,2		19,1
Алтайский край	19,7	18,0	21,0	14,8	19,1
Забайкальский край	6,9	6,0	5,1	4,3	7,0
Красноярский край	15,7	19,2	17,3	15,9	18,5
Иркутская область	18,3	18,7	22,0	13,6	17,0
<b>Кемеровская область</b>	<b>21,8</b>	<b>18,9</b>	<b>22,2</b>	<b>14,7</b>	<b>23,0</b>
Новосибирская область	17,4	18,2	21,5	14,4	13,4
Омская область	19,9	13,1	16,6	12,0	13,4
Томская область	16,7	19,8	18,3	17,4	17,7



Значительным преимуществом озимых культур, в т.ч. ржи, является мобилизационная способность в ведении полевых работ, рационального использования материально-технических и трудовых ресурсов. Озимые культуры позволяют на две недели раньше приступить к уборке урожая. Собранный урожай можно реализовать в целях получения оборотных средств для завершения уборочных работ в целом. Даже относительно низкая цена зерна ржи в осенний период, при его обильных запасах, экономически выгоднее, чем приобрести материальные средства с привлечением заемных средств или краткосрочных банковских кредитов для уборки урожая яровых и иных культур. Благодаря посевным комплексам «Кузбасс», особенно семейства «Томь», а также огромного спектра иностранных посевных комплексов, в условиях Западной Сибири с минимальными затратами можно проводить посев в осенний период. Это раньше требовалась многократная подготовка почвы под озимые, привлечение дополнительной сельскохозяйственной техники, рабочих для посева. Теперь две единицы техники (посевной комплекс и транспорт для перевозки семян) и три механизатора могут выполнить все технологические процессы сева озимых, как по занятым, так и по чистым парам. Отдельно отметим, безусловно, здесь преимущество имеет ПК «Томь», особенно в засушливые годы. Модернизация посевных комплексов производства ООО «Агро» последних лет, дала возможность земледельцам Кемеровской области протравить семена озимых и внести минеральные удобрения во время посева, что дает значительную экономию не только в денежном выражении, но и в рациональном использовании трудовых ресурсов, экологии окружающей среды, в получении большего урожая.

Несколько слов о себестоимости зерна озимой ржи. Издавна озимая рожь, со своей неприхотливостью к почвенным условиям, имела преимущество перед яровой пшеницей. По своим биологическим особенностям, озимая рожь относительно мало поражается вредителями и болезнями по сравнению с другими зерновыми культурами. Сильный рост и развитие растений озимой ржи, как осенью, так и весной, дают возможность подавить развитие представителей многих видов озимых, зимующих и яровых сорных растений. Все это позволяет земледельцам снизить затраты по уходу и снизить себестоимость зерна. Так, за 2012–2013 гг. по хозяйствам Яшкинского района Кемеровской области себестоимость зерна озимой ржи оказалось на 45,0–50,0 % ниже по сравнению с яровой пшеницей.

Несколько слов об инновационных технологиях, которые позволяют использовать зерно ржи в широком спектре в производстве животноводческой продукции – мяса и молока. Благодаря достижениям ученых Сибирского отделения РАН, зерно ржи стало возможным использовать в производстве жидкой сахарной патоки на установках УЖК-500 и УЖК-1000 с использованием ферментного комплекса Полифермент. Многие хозяйства Западной Сибири, где надои более 4 тыс. кг молока на одну корову в год, приобретают эти установки и успешно используют в производстве молока [8, 9, с. 44].

Например, данные установки успешно работают в колхозе «Кузбасс» Промышленновского района, в ООО «Михайловское» Прокопьевского района, ООО «Северное» Яшкинского района и др.

В колхозе «Кузбасс» Промышленновского района Кемеровской области, где надои молока в 2012 году составили 5860 кг, работают две такие установки. Сырьем для производства патоки является зерно озимой ржи, возделывание которой в хозяйстве возобновили в 2010 году сортом Чулпан 7 из Республики Башкортостан. Здесь и раньше, в восьмидесятые годы прошлого века, возделывали сорт Чулпан и получали

урожаи выше 35 ц/га. Но со временем, как не стало востребованным зерно ржи на рынке, хозяйство прекратило ее возделывание. Нанотехнологии вновь возвратили культуру в хозяйство. Отметим, сорт Чулпан 7 в 2011 году дал урожайность – 50 ц/га (наибольшее в районе и области), в 2013 – 48 ц/га. В хозяйстве солома успешно используется в животноводстве на подстилку и для сбалансирования кормов по клетчатке.

Академик Н.И. Кашеваров с соавторами (2013) отмечает, что наращивание посевов озимой ржи на продовольственные и кормовые цели в Сибирском регионе позволит оптимизировать структуру посевных площадей, эффективно использовать материально-техническую базу и трудовые ресурсы сельскохозяйственных товаропроизводителей [10, с.10; 11, с. 5].

Таким образом, Кемеровская область, успешно существующая в ржаном поясе России, в ближайшем будущем должна стать одним из крупных поставщиков зерна ржи как для внутреннего потребления на продовольственные и кормовые цели, так и для внешнего, вплоть до экспорта странам АТР.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фортунатов, А. Урожаи ржи в Европейской России / А. Фортунатов. – М., 1893. – 246 с.
2. Быков, И.Т. Культура озимой ржи в условиях Восточной Сибири / И.Г. Быков. – Иркутск, 1930. – 66 с.
3. Розенберг-Липинский, А. Практическое земледелие / А. Розенберг-Липинский. Пер. П. Костычева. Изд. 5-е. – СПб: изд-е А.Ф. Девриена, 1893. – 443 с.
4. Кобылянский, В.Д. Рожь. Генетические основы селекции / В.Д. Кобылянский. – М.: Колос, 1982. – 271 с.
5. Мытарев, А.А. Экономико-географические особенности и природа Кузбасса / А.А. Мытарев // Природа Кузбасса. – Новокузнецк, 1973. – С.5-19.
6. Агропромышленный комплекс России в 2010 году. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 554 с.
7. Агропромышленный комплекс России в 2011 году. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2012. – 556 с.
8. Мотовилов, К.Я. Производство и использование кормового сахара из зерна пшеницы и ржи в животноводстве / К.Я. Мотовилов, В.С. Пияшев, В.В. Аксенов и др. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2009. – № 5. – С. 3-8.
9. Силин, М.А. Ценный кормовой продукт из зерна ржи / М.А. Силин // Кормопроизводство. – 2012. – №5. – С. 44.
10. Кашеваров, Н.И. Селекция и производство зерна озимой ржи в Западной Сибири: состояние и проблемы / Н.И. Кашеваров, Р.Б. Нурлыгаянов, А.Л. Межевич // Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – №2 (14). – С.6-11.
11. Кашеваров, Н.И. Озимая рожь – важная кормовая культура в Сибирском Федеральном округе / Н.И. Кашеваров, Р.Б. Нурлыгаянов, А.Л. Межевич // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2013. – №10. – С. 3-6.

*К.А. Васильев, Т.В. Васильева*

## **ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

В современных условиях хозяйствования необходим скорейший переход сельского хозяйства к инновационному пути развития и здесь особую актуальность приобретает проблема формирования трудовых ресурсов. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства и конечные результаты сельскохозяйственного труда напрямую зависят от квалификации кадров и эффективности их использования. На эффективность использования трудовых ресурсов в сельском хозяйстве оказывают влияние множество факторов, обусловленных спецификой сельскохозяйственного производства, среди которых в первую очередь необходимо отметить сезонность сельскохозяйственного производства и природно-климатические условия.

В настоящее время в формировании трудовых ресурсов для сельского хозяйства наблюдаются определенные диспропорции, противодействующие инновационному развитию как сельскохозяйственному производству в частности, так и агропромышленному комплексу в целом. Это связано с сокращением численности сельского населения, растущей конкуренцией за квалифицированные кадры со стороны других отраслей экономики, с низким уровнем заработной платы, плохими условиями труда, отсутствием перспективы карьерного роста, низким качеством жизни, слабой доступностью высокооплачиваемых рабочих мест, социальных услуг в сферах здравоохранения и образования [1].

Специфика трудовых отношений в сельском хозяйстве порождена его биологической природой, тем, что в качестве основных предметов и средств труда здесь используются земля, растения и животные. Особенности производственных процессов в земледелии и животноводстве, в частности, скрытое накапливание в живых организмах количественных изменений, отсутствие непосредственной видимой связи между трудовыми действиями работников и качественными изменениями в состоянии растений и животных, сильная зависимость биологических процессов от подвижных природно-климатических условий – все это определяют особые требования к трудовому поведению всех работников сельского хозяйства. От них требуется не просто соблюдение технологической дисциплины при выполнении определенных операций, но и заинтересованное, творческое отношение ко всему производственному процессу. Во многом это определяется нестандартностью и быстрой изменчивостью ситуаций, необходимостью принятия оперативных технологических решений по отношению к малым и микромалым производственным объектам, невозможностью обеспечения строгого пооперационного технологического контроля. Биологические по своей природе процессы в растениеводстве почти не поддаются организационному расчленению на операции и группы операций (в отличие от большинства отраслей промышленности). Здесь механизация не привела к возникновению так называемых «частичных» работников, умеющих выполнять лишь некоторые операции [2].

В целях повышения конкурентоспособности и эффективности российской экономики в нашей стране происходят экономические преобразования, которые охватывают все сферы общественного производства, в том числе и агропромышленный комплекс. В результате институциональных преобразований в агропромышленном комплексе

возникла новая социально-экономическая структура производства, характеризующаяся преобладанием частных организационно-правовых форм хозяйствования. Наряду с этим произошло сокращение объемов сельскохозяйственного производства и разрушение материально-технической базы сельского хозяйства.

С каждым годом сокращается численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве. Одной из причин сокращения является существующая на данный момент демографическая ситуация. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, общая численность населения Кемеровской области за период с 2009 по 2013 гг. сократилась на 34 тыс. человек (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика численности сельского населения Кемеровской области

Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2013 к 2009, %
Численность населения (на начало года), тыс. чел.	2776,4	2773,0	2761,3	2750,8	2742,4	98,8
Численность сельского населения (на начало года), тыс. чел.	409,6	408,5	404,0	400,4	397,4	97,0
Доля сельского населения в общей численности, %	14,8	14,7	14,6	14,6	14,5	98,0

Численность сельского населения сократилась на 12,2 тыс. человек. На 1 января 2013 г. в сельской местности проживали 397,4 тыс. человек, а доля сельского населения в общей численности населения Кемеровской области находилась на уровне 14,5 %.

Таким образом, негативные демографические процессы значительно ограничивают воспроизводство трудовых ресурсов для сельского хозяйства.

При увеличении безработицы, на селе наблюдается дефицит работников основных массовых профессий сельского хозяйства, которые реально можно восполнить только при закреплении молодых специалистов в сельской местности. А осуществить это возможно лишь при организации достойного уровня жизни и заработной платы на селе [3].

Уровень заработной платы работников сельского хозяйства в Кемеровской области по отношению к среднему по экономике составил в 2012 году 53,2 % (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика заработной платы в Кемеровской области

Показатель	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2012 к 2008, %
Среднемесячная начисленная заработная плата по экономике в целом, рублей	15410	15995	18028	20479	23661	153,5
Среднемесячная начисленная заработная плата работающих в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, рублей	8481	9214	9904	11521	12844	151,4
Заработная плата в сельском хозяйстве в % к заработной плате по экономике	55,0	57,6	54,9	56,3	54,9	99,8

Как видно из таблицы 2, среднемесячная начисленная заработная плата работающих в сельском хозяйстве в 2012 году составила всего 12844 рублей и она ниже среднемесячной начисленной заработной платы по экономике в целом почти в два раза. Низкая оплата сельскохозяйственного труда и, соответственно, низкий объем располагаемых доходов домохозяйств, обуславливают широкое распространение среди сельского населения такого явления как бедность. Бедность на селе была и остается массовым явлением, разрушающим трудовой и генетический потенциал сельского населения [5].

Социальными факторами формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства являются проблемы сельского быта. На качество жизни сельского населения влияет состояние социальной инфраструктуры (жилье, образование, здравоохранение, культура, бытовое обслуживание и т.д.). На конец 2012 года сельский жилищный фонд Кемеровской области превышал 9 млн кв. м., доля частного сектора составляла более 91 % (таблица 3).

Таблица 3 – Благоустройство сельского жилищного фонда Кемеровской области

Показатель	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2012 к 2008, %
Сельский жилищный фонд – всего, млн. кв. м	8,7	8,9	9,0	9,2	9,3	106,9
в том числе:						
- частный	7,8	8,0	8,2	8,4	8,5	109,0
- государственный	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	100,0
- муниципальный	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	85,7
Удельный вес общей площади жилищного фонда (на конец года, %), оборудованной:						
- водопроводом	67,0	67,7	67,7	68,1	68,4	102,1
- канализацией	31,1	34,5	34,2	34,2	35,3	113,5
- отоплением	28,9	31,5	31,9	32,6	33,3	115,2
- газом	22,7	22,4	21,8	21,4	21,0	92,5
- горячим водоснабжением	18,7	20,9	21,2	21,5	22,8	121,9
- душем	19,2	19,8	19,5	19,5	19,9	103,6

Частный сельский жилищный фонд значительно уступает городскому по требованиям комфортности и по благоустройству. Так, в сельской местности в 2012 г. водопроводом было оборудовано только 68,4 % общей площади жилищного фонда, канализацией – 35,3 %, отоплением – 33,3 %, газом – 21,0 %, горячим водоснабжением – 22,8 %, душем – 19,9 %.

В сельской местности особо остро стоят проблемы оказания социальных услуг населению. В связи с удаленностью от районного и областного центров, сельским жителям достаточно сложно решать жизненно важные проблемы из-за отсутствия регулярного транспортного сообщения. Удаленностью от больниц и амбулаторно-поликлинических учреждений вызваны сложности медицинского обслуживания [4].

Таким образом, проблема социального развития сельских территорий, медленные темпы которого определяют ухудшение социально-демографической ситуации, отток трудоспособного населения – основные проблемы развития трудовых ресурсов сельского хозяйства Кемеровской области.

В селах Кемеровской области сохраняется низкий уровень образования населения. В системе образования и воспитания сельской молодежи накопилось много проблем. Сокращается численность сельских школ, по разным причинам сокращается численность учащихся. Большинство школ полностью исключили из учебных планов подготовку по сельскохозяйственному профилю. В результате, старшеклассники не имеют даже минимальных знаний по сельскому хозяйству. Выпускники сельских школ не связывают свою судьбу с жизнью и работой в селе. Выпускники аграрных вузов не стремятся возродить сельское хозяйство и работать в селе, либо, проработав в сельскохозяйственных организациях менее одного года, покидают сельскую местность.

Потенциальными абитуриентами сельскохозяйственных вузов являются сельские школьники, которые с детства знакомы с сельскохозяйственным трудом, уважительно относятся к земле и любят село. Именно они должны пополнять трудовые ресурсы села. Однако большинство абитуриентов становятся студентами сельскохозяйственного вуза случайно, не имея представления о том, где они будут работать после окончания вуза. Молодые специалисты трудоустраиваются в других сферах деятельности. В сельском хозяйстве Кемеровской области сохраняется наименьшая среди всех отраслей экономики доля лиц, имеющих высшее образование – 7,1 % от общей численности занятых в сельском хозяйстве.

Для повышения конкурентоспособности экономики аграрной сферы и ее устойчивого развития особое значение имеет обеспеченность квалифицированными кадрами, а также активизация кадрового потенциала в целом. В настоящее время для ускорения темпов рыночных преобразований в сельскохозяйственном производстве необходимо определить стратегию формирования квалифицированных кадров с учетом конкретных условий производства данного региона и перспектив его развития [3].

В сельском хозяйстве Кемеровской области занято всего примерно 4 % от численности занятых во всей экономике (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика численности занятых в сельском хозяйстве Кемеровской области

Показатель	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2012 к 2008, %
Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.	1324,0	1280,1	1294,7	1302,0	1305,4	98,6
Среднегодовая численность занятых в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, тыс. чел.	53,1	52,0	49,2	48,4	46,4	87,4
Доля занятых в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве в общей численности занятых в экономике, %	4,0	4,1	3,8	3,7	3,6	90,0
Движение численности работников в сельском хозяйстве, тыс. чел.						
- принято	9,2	9,4	7,3	7,4	6,2	67,4
- выбыло	10,8	10,0	9,0	7,9	7,6	70,4

В то время как в регионах с аграрной специализацией в сельском хозяйстве занято более 1/6 части работающего населения.

Таким образом, характеризуя общее состояние трудовых ресурсов сельского хозяйства Кемеровской области, можно отметить следующее.

Во-первых, происходит сокращение численности сельского населения, а, следовательно, и сокращения численности населения в трудоспособном возрасте. В то время как сельское хозяйство – это основной вид трудовой деятельности для сельчан. В результате сокращается предложение рабочей силы на сельскохозяйственном рынке труда и увеличивается дефицит профессиональных и квалифицированных кадров.

Во-вторых, наблюдается негативная тенденция снижения среднегодовой численности занятых, происходит сокращение численности работников сельского хозяйства. Это обусловлено многими причинами: продолжается естественная убыль населения, сокращается трудоспособное население, увеличивается численность населения старше трудоспособного возраста, происходит рост миграции сельского населения (преимущественно молодежи) в город.

В-третьих, сельское хозяйство Кемеровской области испытывает дефицит квалифицированных кадров, увеличивающийся с каждым годом.

Необходимость перехода к инновационному пути развития сельского хозяйства повышает значимость формирования и эффективного использования трудовых ресурсов села. Модернизация сельского хозяйства предъявляет высокие требования к работникам сельского хозяйства. В связи с этим, основой развития сельского хозяйства и современного села могут стать только образованные, предприимчивые и инициативные люди.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова, Т. В. Трудовой потенциал модернизации российского села / Т. В. Блинова, А. П. Потапов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 2. – № 1. – С.313-323.

2. Концевая, С.М. Оценка современного состояния обеспеченности сельского хозяйства трудовыми ресурсами / С.М Концевая, О.П. Князева, Л.А. Бибанаева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (36). – С. 70-74.

3. Ловчикова, Е.И. Анализ состояния и использования трудовых ресурсов села как основы обеспечения сельского хозяйства квалифицированными кадрами / Е.И. Ловчикова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 38. – № 5. – С. 85-89.

4. Терновых, К.С. Социализация развития сельских территорий как фактор повышения качества жизни / К.С. Терновых, А.Л. Маркова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (34). – С. 102-108.

5. Тушканов, М.П. Об изменениях в социально-трудовой сфере села / М.П. Тушканов, Ю.Н. Шумаков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 2. – № 34 –1. – С. 174-177.

*А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин, В.А. Волков*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВИНЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ПОРОДЫ В ДВУХ- И ТРЕХПОРОДНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ**

В связи с сокращением и уничтожением многочисленных пород свиней отечественной селекции и на этом фоне приобретение лучших мировых ресурсов, большое значение приобретает не только сохранение, но и эффективное использование генофонда ценнейших местных отечественных пород – носителей уникальных наследственных качеств, таких как пластичность организма и отличные вкусовые качества получаемой от них продукции [1].

В последние годы, наиболее оптимальным решением для получения мясной свинины в товарном свиноводстве, принято использование в скрещивании свиноматок крупной белой породы со специализированными мясными породами, такими как ландрас, дюрок, пьетрен [2]. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования хряков породы пьетрен и дюрок × пьетрен на промышленных комплексах со свиноматками белорусская мясная, крупная белая, крупная белая × уэльская для получения помесей с высоким качеством мяса и сала [3, 4].

Одна из ценнейших пород свиней, созданных в условиях Сибири, – кемеровская – в настоящее время успешно используется в системах скрещивания на одном из крупнейших предприятий Кузбасса – ООО СПК «Чистогорский». Эти животные характеризуются высокой скороспелостью, эффективным использованием питательных веществ корма, при убое от них получают высококачественную мясосальную продукцию. В связи с этим, комплексная оценка продуктивности помесей с использованием животных кемеровской породы при разной сочетаемости от двух- и трехпородного скрещивания в условиях промышленного комплекса, актуальна.

Научно-хозяйственный опыт проведен в ООО СПК «Чистогорский», где для эксперимента были сформированы одна контрольная и три опытных группы (таблица 1). В качестве исходного материала были взяты чистопородные свиноматки кемеровской породы, полукровные свиноматки (кровностью  $1/2$  кемеровская +  $1/2$  ландрас). Отцовская порода представлена хряками пьетрен, завезенными из Франции в 2006 году, а также ландрас и дюрок собственного производства.

Таблица 1 – Схема проведения эксперимента

Группа	Количество маток, гол.	Породная принадлежность		Условное обозначение
		свиноматка	хряк	
I-контрольная	30	кемеровская	ландрас	(Кем. × Л)
II-опытная	34	$1/2$ кемеровская + $1/2$ ландрас	дюрок	(Кем. × Л) × Д
III-опытная	38	$1/2$ кемеровская + $1/2$ ландрас	пьетрен	(Кем. × Л) × П
IV-опытная	29	$1/2$ кемеровская + $1/2$ ландрас	$1/2$ дюрок + $1/2$ пьетрен	(Кем. × Л) × (Д × П)



Сравнительная оценка воспроизводительных качеств свиноматок (таблица 2) показала, что достоверные различия по многоплодию маток получены в III опытной группе, где при опоросе получено 10,5 поросят, что на 0,78 поросенка или 8,0 % ( $P < 0,05$ ) выше, в сравнении с контролем. В среднем, на один опорос, получено живых нормальных поросят 10,5 голов. В возрасте 26 дней от свиноматки было отнято в среднем по 8,8 поросенка, уровень сохранности по всем учтенным опоросам в среднем составил 87,6 %.

При отъеме, живая масса одной головы получена в контрольной группе 6,5 кг, в опытных в среднем – 6,94 кг. Следует отметить, что, в сравнении с контролем, поросята из II и III опытных групп имели живую массу выше на 0,5 ( $P < 0,05$ ) и 0,7 кг ( $P < 0,001$ ) соответственно.

Таблица 2 – Воспроизводительные качества свиноматок,  $\bar{X} \pm S\bar{X}$

Группа	Многоплодие, гол.	Крупноплодность, кг	При отъеме в 26 дней		
			гол.	масса гнезда, кг	масса одной головы, кг
I	9,73±0,31	1,59±0,03	8,63±0,23	52,56±1,91	6,50±0,12
II	10,24±0,30	1,66±0,04	9,07±0,19	59,07±0,60**	7,00±0,12*
III	10,51±0,20*	1,62±0,05	9,10±0,25	60,87±0,57***	7,20±0,13***
IV	9,91±0,48	1,52±0,03	8,55±0,28	53,30±0,62	6,60±0,16

Примечание: здесь и далее разница с I контрольной группой достоверна при  $P <$ : \* – 0,05; \*\* – 0,01; \*\*\* – 0,001.

Молодняк, полученный от четырехпородного скрещивания, характеризовался наименьшей, из опытных животных, массой – 6,0 кг и в сравнении с аналогами из III опытной группы разница составила 0,6 кг ( $P < 0,01$ ).

Аналогичная картина наблюдается и по массе гнезда при отъеме. Использование хряков породы дюрок и пьетрен на заключительном этапе трехпородного скрещивания с помесными свиноматками  $1/2$  кемеровская +  $1/2$  ландрас, обеспечивает, в сравнении с двух- и четырехпородным скрещиванием, получение при отъеме наиболее полновесных гнезд в среднем на 13,3 % ( $P < 0,001$ ).

Наиболее высокой интенсивностью роста за подсосный период характеризуются помеси, полученные в трехпородном варианте скрещивания от хряков породы пьетрен (таблица 3). Среднесуточный прирост в этой группе составил 193 г, что, в сравнении с аналогами из контрольной группы, выше на 21 г ( $P < 0,01$ ). По помесям из II опытной группы можно указать на тенденцию лучшей энергии роста, в сравнении с аналогами из контрольной и IV опытной групп.

Таблица 3 – Интенсивность роста молодняка в подсосный период

Группа	Сочетание ♀ и ♂	Среднесуточный прирост за подсосный период, г	
		$\bar{X} \pm m_x$	$C_v$
I-контрольная	(Кем. × Л)	172 ± 5,14	16,4
II-опытная	(Кем. × Л) × Д	186 ± 5,08	15,9
III-опытная	(Кем. × Л) × П	193 ± 6,10**	21,0
IV-опытная	(Кем. × Л) × (Д × П)	179 ± 6,04	18,2

В целом, сравнительный анализ продуктивности свиноматок в условиях промышленного комплекса показал, что воспроизводительные качества полукровных ( $1/2$  кемеровская +  $1/2$  ландрас) маток, при использовании на заключительном этапе скрещивания хряков породы пьетрен, выше и дают более высокие показатели продуктивности.

Успешное проведение откорма животных в многочисленной цепи хозяйственных операций в условиях крупного промышленного комплекса, во многом определяет итог всей работы в свиноводстве.

Проведенные исследования по оценке откормочных качеств двух- и трехпородных, а также четырехпородных помесей (таблица 4) показали, что среднесуточный прирост за период откорма у помесных животных, с использованием хряков дюрок и пьетрен, выше, по сравнению с двухпородными сверстниками из контрольной группы соответственно на 73 ( $P < 0,01$ ) и 106 ( $P < 0,001$ ) г.

Таблица 4 – Откормочные качества подопытных животных,  $\bar{X} \pm S\bar{X}$

Группа	Сочетание	n	Среднесуточный прирост г	Скороспелость, дней	Затраты корма, кг
I	(Кем. × Л)	110	678 ± 14,2	191,9±2,02	3,78
II	(Кем. × Л) × Д	110	751 ± 18,4**	190,3±2,43	3,88
III	(Кем. × Л) × П	110	784 ± 19,2***	188,7±2,21	3,92
IV	(Кем. × Л) × (Д × П)	110	680 ± 15,7	192,1±2,09	3,81

Трехпородные помеси, из второй и третьей групп, также превосходили по энергии роста четырехпородных аналогов из четвертой опытной группы на 9,5 ( $P < 0,01$ ) и 13,3 ( $P < 0,001$ ) % соответственно.

При оценке скороспелости, прослеживается тенденция улучшения данного значения у трехпородных помесей, как в сравнении с животными из контрольной группы, так и с аналогами из четвертой опытной группы. В среднем возраст достижения 100 кг составил 190,8 дней при затратах корма 3,85 корм. ед.

Обобщая полученные результаты, следует отметить, что наибольшая эффективность по совокупности откормочных качеств получена при скрещивании помесных свиноматок ( $1/2$  кемеровская +  $1/2$  ландрас) с хряками породы пьетрен.

Результаты контрольного убоя показали, что достоверной разницы между средними значениями большинства показателей, характеризующих убойные качества, не получено. В среднем убойный выход составил в группе двухпородного сочетания – 80,6 %, трехпородного – 81,8 % и четырехпородного – 80,9 %. В то же время следует отметить, что при использовании хряков породы дюрок на заключительном этапе трехпородного скрещивания, отмечена тенденция получения большего убойного выхода (81,7%), в сравнении с аналогами из контрольной, третьей и четвертой опытных групп.

Исследования показали, что помеси разных сочетаний характеризуются хорошо развитой длиннейшей мышцей спины (таблица 5). У подсвинков из контрольной группы данная величина составила в среднем 40,8 см<sup>2</sup>. Туши помесей от трехпородного скрещивания, из II и III опытных групп, несколько отличались по данному показателю от своих аналогов, как из контрольной, так и IV опытной групп. Величина этого параметра составила 44,7 и 41,3 см<sup>2</sup> соответственно.

Более объективным критерием оценки мясных качеств туш свиней, по сравнению с длиной туши, которая в среднем составила 94,6 см, является длина беконной половинки, так как она имеет более высокий коэффициент корреляции с выходом мяса с туши.

В наших исследованиях, по длине бока, выявлена достоверная разница, в сравнении с контролем, у помесей из второй опытной группы, которая составила 2,2 см ( $P < 0,05$ ). Между другими группами достоверных различий не выявлено и, в среднем, по всем обследованным тушам данный промер в контроле составил 76,5 см, III и IV опытных групп соответственно – 77,5 и 77,2 см.

Полученные результаты, по промерам шпика в определенных точках спины и расчетные данные для получения информации по толщине шпика в среднем по хребту, показали, что наибольшее отложение шпика получено у трехпородных помесей при использовании на заключительном этапе скрещивания хряков породы дюрок – 31,6 мм. Использование хряков породы пьетрен и помесных ♀ Д х ♂ П, в качестве второй отцовской породы, способствует получению туш с достоверно меньшей толщиной шпика в среднем по хребту. В сравнении с аналогами из I контрольной и II опытной групп, разница составила соответственно: 2,3-3,9 мм (при  $P < 0,001$ ) и 4,4-6,0 мм (при  $P < 0,001$ ).

Таким образом, оценка воспроизводительных, откормочных и мясных качеств помесей, полученных от использования в скрещивании свиноматок кемеровская х ландрас с хряками специализированных мясных пород – дюрок и пьетрен в качестве второй отцовской породы на заключительном этапе трехпородного скрещивания, показывает, что по многоплодию свиноматок, массе гнезда и одной головы при отъеме, по среднесуточному приросту потомства за подсосный и откормочный периоды, а также меньшим отложением шпика по хребту, лучшими показателями характеризуются помеси, полученные при скрещивании полукровных ( $\frac{1}{2}$  кемеровская +  $\frac{1}{2}$  ландрас) свиноматок с хряками породы пьетрен.

Таблица 5 – Площадь «мышечного глазка» и линейные параметры туш,  $\bar{X} \pm S\bar{X}$

Группа	n	Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup>	Длина туши, см	Длина бековой половинки, см	Толщина шпика в среднем по хребту, мм
I	10	40,8 ± 1,54	94,0 ± 1,10	76,5 ± 0,69	30,0 ± 0,35
II	10	44,7 ± 2,26	94,1 ± 1,05	78,7 ± 0,74*	31,6 ± 0,28**
III	10	41,3 ± 1,65	95,3 ± 1,41	77,5 ± 1,20	27,7 ± 0,39***
IV	10	41,1 ± 1,50	95,0 ± 1,27	77,2 ± 1,27	25,6 ± 0,41****

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунин, И.М. Состояние, стратегия развития племенной базы и системы гибридизации в свиноводстве России / И.М. Дунин, В.В. Гарай, С.В. Павлова // Зоотехния. – 2009. – № 1. – С. 4-8.
2. Федоренкова, Л.А. Продуктивность чистопородных и помесных маток при скрещивании с хряками белорусской мясной породы свиней / Л.А. Федоренкова, Т.Н. Тимошенко, Н.В. Подскребкин [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. / науч. ред. И.П. Шейко. – Минск: ХАТА, 2001. – Т.36. – С. 72-75.
3. Шейко, И.П. Сравнительная оценка качественных показателей свинины у молодняка различных генотипов / И.П. Шейко, Л.А. Федоренкова, Н.М. Храмченко // Свиноферма. – 2008. – № 3. – С. 10-13.
4. Гришкова, А.П. Использование хряков породы пьетрен при производстве товарных гибридов / А.П. Гришкова и др. // Стратегия развития зоотехнической науки: материалы междунар. науч.- практ. конф., посвященной 60-летию зоотехнической науки Беларуси, 15-16 октября 2009 г. – Жодино, 2009. – С.84-86.

*В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова*

## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Здоровье населения трудоспособного возраста Кузбасса, в том числе работников металлургической промышленности, формируется под влиянием совокупности факторов производственной и окружающей сред, социально-бытовой сферы, особенностей образа жизни. В работах российских гигиенистов и профпатологов в последние десятилетия рассматриваются отдельные факторы производственной среды, связанные с деятельностью предприятий черной металлургии, комплексные исследования профессионального риска в условиях реструктуризации и модернизации черной металлургии в России не проводились [1, 2, 3, 4]. С позиций медицины труда черная металлургия характеризуется наличием многочисленных источников образования профессиональных вредностей: пыли, газообразных и взвешенных токсических веществ (триоксида железа, бензола, хлористого водорода, марганца, свинца, ртути, фенола, формальдегида, триоксида хрома, диоксида азота, оксида углерода и др.), лучистого и конвекционного тепла, шума, вибрации, электромагнитных и магнитных полей, высокой тяжести и напряженности труда.

В черной металлургии г. Новокузнецка занято 45,4 тыс. человек, что составляет около 19,0 % работающего населения. Удельный вес профессиональной заболеваемости работников черной металлургии за последние 5 лет составляет 20-32 % от общего числа профессиональных заболеваний работников всех предприятий города. Учитывая высокий процент населения трудоспособного возраста, занятого в черной металлургии, имеется необходимость изучения риска влияния на здоровье работников профессиональных факторов.

Целью исследования являлась оценка риска для здоровья работников предприятий черной металлургии от воздействия профессиональных факторов в крупном промышленном центре Сибири для разработки системы медико-профилактических мероприятий.

**Объекты и методы исследования.** Оценка риска, обусловленного вредными факторами производственной среды, осуществлялась по методикам, изложенным в монографии А.В. Киселева и А.Б. Фридмана «Оценка риска здоровью» [5] и методических рекомендациях «Расчет индивидуальных рисков профессиональных хронических заболеваний и отравлений, безопасного стажа работы» [7], «Оценка влияния производственных факторов на здоровье работающих на предприятиях угольной промышленности и теплоэнергетики» [6]. Расчет риска хронической интоксикации (неспецифических токсических эффектов, обусловленных длительным воздействием токсичных веществ) и риска острых токсических эффектов проводился для индивидуума, имеющего 25-летний стаж работы в производственно-профессиональной группе металлургической промышленности.

**Результаты и обсуждение.** Риск хронической интоксикации, связанный с загрязнением воздуха рабочих зон электросталеплавильного производства, определялся по среднесменным концентрациям загрязняющих веществ. Установлено, что при воздействии токсичных веществ воздуха рабочей зоны данного производства в течение 25 лет

у работников в зависимости от производственно-профессиональной группы величина риска находится в пределах от 0,426 до 0,718 (в долях единицы). Максимальные уровни риска отмечаются в таких производственно-профессиональных группах как сталевар и подручный сталевара электрической печи, сталевар установки внепечной обработки стали и машинист крана металлургического производства (0,657-0,718). Минимальные уровни риска характеризуют работу следующих специальностей: подручный сталевара печи по подготовке ферросплавов, обработчик поверхностных пороков металла, слесарь-ремонтник и огнеупорщик (0,507-0,657). Наиболее опасным токсичным веществом воздуха рабочей зоны электросталеплавильного производства является диоксид азота, удельный вес которого в риске хронической интоксикации составляет 29,20-35,59 % (в зависимости от производственно-профессиональной группы). Второе по значимости токсичное вещество, обуславливающее данный тип риска, сероводород, удельный вес которого колеблется от 14,10 % до 31,15 %; далее следуют сера диоксид – 21,65-30,36 %, взвешенные вещества – 14,61-19,30 %, углерод оксид – 1,57-2,48 %.

При сохранении выявленных концентраций токсичных веществ в течение 25-летнего периода в воздухе рабочей зоны рельсобалочного производства у 488-808 человек из 1000 работников проявятся симптомы хронической интоксикации. Максимальные уровни риска отмечаются на рабочих местах следующих производственно-профессиональных групп: оператор поста управления, машинист крана металлургического производства, нагревательщик металла, шлифовальщик проб (0,721-0,823). Минимальные уровни риска характеризуют условия труда таких специальностей, как токарь, сортировщик-сдатчик металла, слесарь ремонтник, правильщик проката (0,488-0,607). Удельный вес загрязняющих веществ в риске хронической интоксикации у основных производственно-профессиональных групп рельсобалочного производства следующий: сероводород – 38,71-49,42 %, сера диоксид – 26,14-33,17 %, азот диоксид – 13,42-27,41 %, взвешенные вещества – 3,74-10,62 %, углерода оксид – 0,89-1,17 %. Таким образом, наиболее опасным веществом, обуславливающим риск хронической интоксикации работающих в производственно-профессиональных группах рельсобалочного производства является сероводород, который может имплицировать до половины значения риска.

Риск острых токсических эффектов, связанный с загрязнением воздуха рабочих зон электросталеплавильного производства, исчислялся по максимальным концентрациям загрязняющих веществ. Суммарный уровень риска при комбинированном воздействии токсичных веществ определялся максимальным риском отдельной примеси среди всех воздействующих ингредиентов. Величина риска по производственно-профессиональным группам электросталеплавильного производства колеблется от 0,242 до 0,382 (в долях единицы). Максимальные уровни риска отмечены на рабочих местах таких производственно-профессиональных групп, как машинист крана металлургического производства, сталевар и подручный сталевара электрической печи, машинист завалочной машины (0,382). Минимальные уровни риска характеризуют условия труда следующих специальностей: обработчик поверхностных пороков металла, подручный сталевара печи по подготовке ферросплавов (0,242-0,274). Суммарный риск имплицирован острым воздействием взвешенных веществ, именно по данному загрязнителю риск является максимальным. Также опасным токсичным веществом, максимальные концентрации которого могут обуславливать значительные уровни риска острых токсических эффектов у работающих в электросталеплавильном производстве, является диоксид азота. Риск воздействия данного загрязнителя нахо-

дится в пределах от 0,115-0,242 в зависимости от производственно-профессиональной группы.

Риск острых токсических эффектов, связанный с загрязнением воздуха рабочих зон рельсобалочного производства, лимитируется значениями от 0,184 до 0,309. Загрязнителем, имплицитующим данный уровень риска являются взвешенные вещества. Риск острых токсических эффектов, обусловленный воздействием диоксида азота, колеблется от 0,067 до 0,136 долей единицы. Максимальные уровни риска отмечены на рабочих местах огнеупорщика и машиниста крана металлургического производства (0,309). Минимальные уровни риска острых токсических эффектов характеризуют условия труда таких производственно-профессиональных групп рельсобалочного производства как шлифовальщик проб и токарь (0,184).

Неспецифические воздействия шума проявляются в виде невротического и астенического синдромов в сочетании с вегетативной дисфункцией, раздражительностью, общей слабостью, головной болью, повышенной утомляемостью, расстройством сна, ослаблением памяти. Установлено, что риск неспецифического воздействия шума у работников электросталеплавильного производства составил 0,023-0,345 (в долях единицы в зависимости от производственно-профессиональной группы) при 5-летнем стаже работы; 0,023-0,460 при стаже работы 15 лет; 0,029-0,500 при 25-летнем стаже. В таких специальностях как сталевар и подручный сталевара электрической печи синдромы неспецифической шумовой патологии могут проявиться практически у половины работников, имеющих 25-летний стаж. Наиболее благоприятны условия труда по критерию воздействия шума в следующих производственно-профессиональных группах: сталевар и подручный сталевара установки внепечной обработки стали и оператор машины непрерывного литья заготовок.

Установлено, что у 23-184 из 1000 работников рельсобалочного производства после 5 лет работы проявятся симптомы неспецифического воздействия шума; после 15 лет работы – у 45-309 из 1000; у 67-345 из 1000 – при 25-летнем стаже. Максимальный уровень риска, имплицитированный шумовым воздействием, зарегистрирован на рабочих местах таких производственно-профессиональных групп как калильщик и кузнец на молотах и прессах. Минимальный риск наблюдается в следующих специальностях: оператор поста управления, огнеупорщик и токарь.

Риск профзаболевания пылевой этиологии у основных производственно-профессиональных групп электросталеплавильного производства исчислялся по среднесменным концентрациям взвешенных веществ на период воздействия в 25 лет. Величина риска установлена на уровне 0,228-0,418 %, превышение уровня приемлемого риска составило 2,28-4,18 раза (при значении приемлемого риска 0,1 %). Наибольшие уровни данного типа риска регистрируются на рабочих местах машиниста крана металлургического производства, сталевара и подручного сталевара электрической печи, машиниста завалочной машины и сталевара установки внепечной обработки стали (0,401-0,418); минимальные – подручного сталевара печи по подготовке ферросплавов, обработчика поверхностных пороков металла и огнеупорщика (0,228-0,307).

Риск профзаболевания пылевой этиологии у основных производственно-профессиональных групп рельсобалочного производства отмечается на уровне 0,1-0,244 %, превышение приемлемого риска достигало 2,44 раза. Наибольшие уровни риска наблюдаются на рабочих местах огнеупорщика, машиниста крана металлургического производства и шлифовщика (0,196-0,244); минимальные – шлифовальщика проб, слесаря ремонтника и сортировщика-сдатчика металла (0,100-0,124).

Таким образом, при эксплуатации предприятий черной металлургии рекомендуется уменьшать удельный вес работающих во вредных и опасных условиях труда, повышать эффективность использования средств индивидуальной защиты. Комплексную оценку риска нарушения здоровья работников с целью его минимизации необходимо использовать для совершенствования мер профилактики общей и профессиональной заболеваемости и социальной защиты. Необходимые меры профилактики зависят от степени профессионального риска в соответствии с принципом «больше риска – больше профилактики», рекомендуются все формы защиты временем (рациональные режимы труда и отдыха, сокращённый рабочий день, дополнительный отпуск) с обязательным мониторингом работников.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов И.П., Захаренков В.В., Бурдейн А.В., Олещенко А.М., Корсакова Т.Г., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Панайотти Е.А., Шавлова О.П. Роль управления профессиональными рисками в системе социального страхования // Медицина в Кузбассе. – 2010. – № 2. – С. 16-19.
2. Данилов И.П., Захаренков В.В., Олещенко А.М. Мониторинг профессионального риска как инструмент охраны здоровья работающих во вредных условиях труда // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 49-50.
3. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Научный обзор результатов исследований ФГБУ «НИИ КППЗ» СО РАМН по влиянию внешнесредовых и генетических факторов на развитие профессиональных заболеваний // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2012. – № 5-2. – С. 141-145.
4. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Данилов И.П., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Оценка профессионального риска для здоровья работников промышленных предприятий на основе медицинской технологии // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9. – № 2. – С. 8.
5. Киселев А.В., Фридман А.Б. Оценка риска здоровью. – Санкт-Петербург, 1997. – 100 с.
6. Михайлуц А.П., Олещенко А.М., Суржиков Д.В. Оценка влияния производственных факторов на здоровье работающих на предприятиях угольной промышленности и теплоэнергетики: методические рекомендации. – Кемерово, 2003. – 27 с.
7. Михайлуц А.П., Першин А.Н., Цигельник М.И. Расчет индивидуальных рисков профессиональных хронических заболеваний и отравлений, безопасного стажа работы: методические рекомендации. – Кемерово, 2000. – 28 с.

УДК 616-036

*Н.М. Жилина, А.Е. Власенко, Г.И. Чеченин, Е.Н. Тодышева*

## РИСКИ ИНВАЛИДИЗАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ НОВОКУЗНЕЦКА

**Введение.** Инвалидность является сложной медико-социальной проблемой, и уровень ее обусловлен многочисленными факторами: демографическими,

экологическими, социально-экономическими, медицинскими [1, 3]. Инвалидность это показатель потерь активности жизни. Под инвалидностью понимают социальную недостаточность вследствие нарушения здоровья со стойким расстройством функций организма, приводящего к ограничению жизнедеятельности и вызывающего необходимость его социальной защиты [2]. На современном этапе развития общества решение проблемы снижения уровня инвалидности населения – должно быть одним из приоритетных направлений здравоохранения, а также социальной политики, проводимой государством. Особую значимость это приобретает при возрастающем росте дефицита кадров.

**Материалы и методы.** Материалом исследования является персонифицированная база данных (БД) «Инвалидизация» Кустового медицинского информационно-аналитического центра (КМИАЦ) г. Новокузнецка, зарегистрированная в Научно-техническом центре «Информрегистр» Федерального агентства по информационным технологиям. Государственная регистрация № 0220711705 от 19 июля 2007 года. База данных поддерживается в актуальном состоянии с 1997 года. Кроме того, проанализирована выходная информация автоматизированной информационной системы социально-гигиенического мониторинга «Состояние здоровья трудящихся».

Для сравнения качественных признаков в независимых группах применены статистический критерий  $\chi^2$  и z-критерий, сравнение признаков в динамике выполнено с помощью критерия Фризмана, для выявления статистически значимых тенденций за ряд лет с помощью критерия Tau Кендала. Критический уровень статистической значимости различия признака в группах сравнения:  $p=0,05$ . Критерии вычислены в программе IBM SPSS Statistics – 19.0. Информация БД «Инвалидизация» используется также при расчете интегрированного показателя «Уровень здоровья» населения [4].

**Цель** – исследование общей и первичной инвалидизации взрослого и трудоспособного населения города Новокузнецка среди инвалидов, которые прошли освидетельствование и признаны инвалидами во всех медико-социальных экспертных комиссиях (МСЭК) по БД КМИАЦ за 2004 – 2012 гг., выявление зон риска инвалидности.

**Основные результаты.** Число случаев первичной инвалидности взрослого населения г. Новокузнецка в среднем за 2004-2012 гг. составляет  $4696 \pm 863$  человек, относительный показатель (на 10 000 населения) –  $103,3 \pm 18,4$ . Средний относительный показатель первичной инвалидизации от среднего относительного показателя общей инвалидизации составляет 40,4 %.

На рисунке 1 представлена динамика за период 2004-2012 гг. относительного показателя первичной инвалидизации взрослого населения г. Новокузнецка.

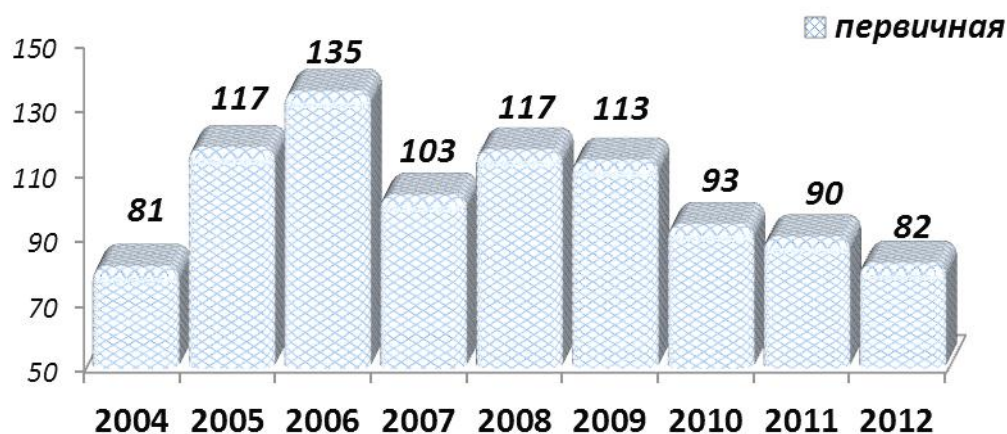




Рисунок 1 – Динамика относительного показателя первичной инвалидизации взрослого населения г. Новокузнецка

Первичная инвалидизация начиная с 2004 г. по 2006 г. повышается на 40 %, а с 2008 по 2012 г. снижается на 29,9 %, снижение статистически значимо:  $t=-1,0$ ;  $p<0,001$ . Снижение произошло за счет уменьшения показателя инвалидизации во второй наиболее представительной по количеству случаев группе инвалидности.

Основной причиной инвалидизации населения г. Новокузнецка за 2004-2012 гг. является – общее заболевание (90,3±2,2 %); затем инвалидность с детства (6,1±1,4 %); трудовое увечье (1,8±0,5 %); профессиональное заболевание (1,0±0,5 %). Все остальные причины в сумме занимают 0,8 % от общего числа случаев инвалидности.

Структура выхода на инвалидность по классам заболеваний за исследуемый период остается неизменной: первое ранговое место занимают болезни системы кровообращения (БСК) – 38,1±2,0 %; на втором болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (КМС) – 12,8±1,7 %; и на третьем новообразования (12,2±3,0 %). С 2010 года новообразования выходят на второе место. В классе новообразований наблюдается постепенный рост – увеличение на 71 %, выявлена статистически значимая тенденция  $t=0,873$   $p=0,001$ . Динамика показателей инвалидизации по причине БСК и болезней КМС достаточно стабильна.

За рассматриваемый период практически в каждом классе заболеваний преобладает число случаев инвалидности у женщин, за исключением последних трех лет: 2010-2012 гг., где в классе болезней системы кровообращения в лидеры выходят мужчины.

Самой многочисленной группой по ведущим причинам инвалидности является возрастная группа 50 лет и старше. За 2004 – 2012 гг. практически у половины из них основной причиной инвалидности являются БСК – 49,8±3 %. В возрастной группе 45-49 л. доля БСК в этот период составляет 24,5±5,1 %. До 40 лет на первом месте в каждой возрастной группе стоят болезни костно-мышечной и соединительной ткани, на втором новообразования, а затем – БСК.

Таким образом, в результате анализа динамики инвалидности населения г. Новокузнецка выявлен рост показателей инвалидизации по наиболее тяжелой первой группе инвалидности, а среди причин – рост инвалидности по классу новообразований.

Учитывая, что в структуре инвалидности населения существенную долю занимает инвалидность работающих граждан, а показатель инвалидности являются одним из составляющей обобщенного показателя здоровья работающих был проведен дополнительно анализ по результатам функционирования автоматизированной информационной системы «Состояние здоровья трудящихся» (АИС «СЗТ») за период 2008-2012 годы. Система является одной из составляющих социально-гигиенического мониторинга среды обитания и здоровья населения г. Новокузнецка [5] поддерживается в актуальном состоянии в КМИАЦ города Новокузнецка. База данных расчетных показателей о состоянии здоровья трудящихся [6, 7] сформирована на основе персонифицированной информации из первичных БД КМИАЦ: «Заболеваемость», «Диспансеризация», «Смертность», «Инвалидизация», «Стационар», «Временная нетрудоспособность» (учетно-отчетные медицинские формы 025, 030, 028, 024, 066, 016 соответственно), которые прошли Государственную регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр» Федерального агентства по информационным технологиям (Государственная регистрация от 19 июля 2007 года).

Здоровье трудящихся г. Новокузнецка оценивается с помощью интегрального показателя – индекса здоровья (ИЗ), который включает в себя показатели общей заболеваемости (поликлинической и госпитальной), временной нетрудоспособности, диспан-

серизации, инвалидизации и смертности работающих, а также показатели демографической нагрузки на работающее население.

Ниже в таблице 1 приведено соответствие значений индекса здоровья (ИЗ) трудящихся лингвистическим переменным, оценивающим уровень здоровья.

Таблица 1 – Лингвистическая шкала *индекса здоровья* трудящихся

Значение ИЗ	Лингвистическая оценка
0.75 – 1.00	Приемлемый уровень здоровья
0.51 – 0.74	Удовлетворительный
0.26 – 0.50	Низкий уровень здоровья
0.00 – 0.25	Крайне низкий

На рисунке 2 представлен индекс здоровья работающего населения г. Новокузнецка за период 2008-2012 гг.



Рисунок 2 – Индекс здоровья работающего населения г. Новокузнецка в 2008-2012 гг.

Индекс здоровья работающего населения г. Новокузнецка на удовлетворительном уровне по лингвистической шкале. После спада в 2011 г. до 0,707, в 2012 году показатель состояния здоровья работающих несколько улучшился и находится на уровне 0,734.

По результатам анализа составляющих индекса здоровья работающих граждан, можно отметить, что за период 2008-2012 гг. происходит снижение показателей временной нетрудоспособности, заболеваемости, инвалидизации, смертности трудящихся г. Новокузнецка. Факт снижения первичной заболеваемости работающих вряд ли можно отнести к позитивным, поскольку при этом возрастает сложность случаев обращения в медицинские учреждения, увеличивается хроническая заболеваемость (рисунок 3). В 2012 г. показатель хронической заболеваемости на 1000 работающих г. Новокузнецка превысил показатель первичной заболеваемости. Этот факт может являться одной из причин роста тяжелой инвалидности среди работающих.

В то же время среди работающих г. Новокузнецка время выявлен рост показателей диспансеризации по хроническим заболеваниям, рост доли первой (наиболее тяжелой) группы инвалидности, увеличение числа повторных госпитализаций трудящихся, очень низкий процент госпитализированных по направлению амбулаторно-поликлинической службы, высокий уровень экстренных госпитализаций, достаточно высокий процент суицидов.

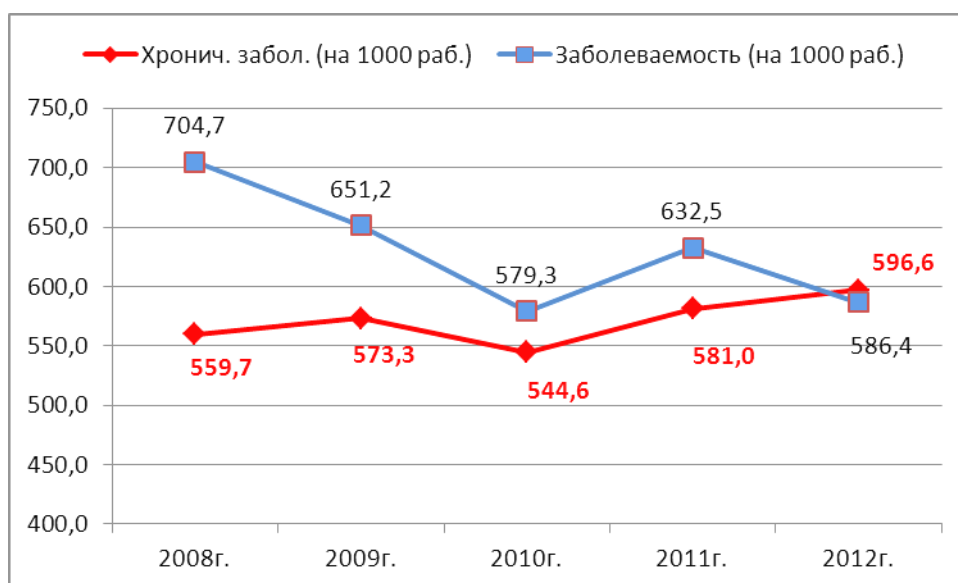


Рисунок 3 – Рост хронической заболеваемости работающих г. Новокузнецка на фоне снижения первичной

Всего за период 2008-2012 гг. освидетельствовано на инвалидность в среднем в год  $2909 \pm 578$  работающих, из них признано инвалидами ежегодно в среднем  $2860 \pm 565$ .

В динамике фактические показатели инвалидности работающих статистически значимо снижаются, кроме показателя «Признано инвалидами первой группы». Самую тяжелую инвалидность среди работающих в 2008 г. получило 135 человек (3,6 % от всех признанных инвалидами), а в 2012 – 202 человека (8,4 %). В 2011 был всплеск до 235 человек (9,3 %) (рисунок 4).

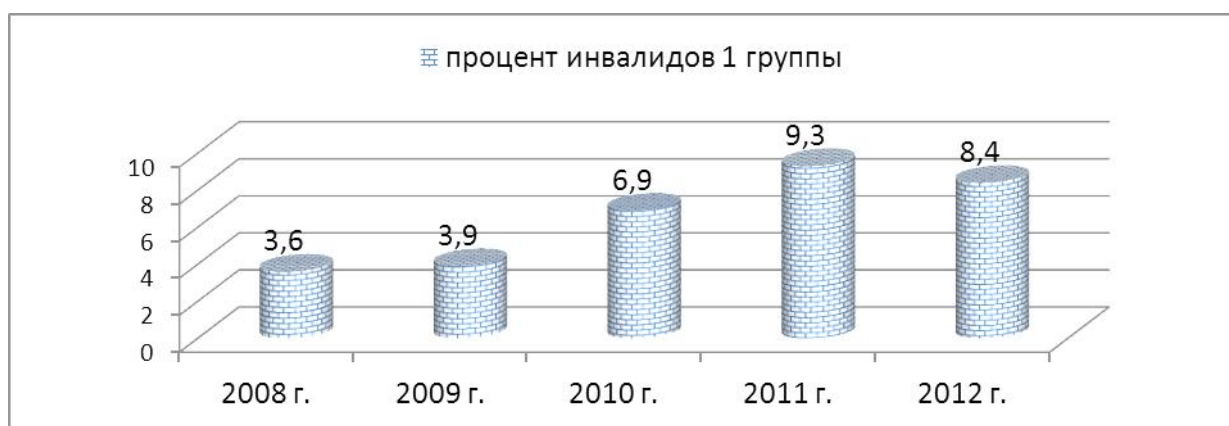


Рисунок 4 – Процент признанных инвалидами первой группы среди установленной инвалидности работающих г. Новокузнецка в динамике 2008-2012 гг.

Самое неблагоприятное значение обобщенного индекса имеют показатели признанных инвалидами первой группы (0,47) и первичной инвалидизации работающих (0,68).

Индекс обобщенного показателя первичной инвалидизации (0,68) по лингвистической оценке ниже приемлемого, а следовательно фактический показатель первичной инвалидизации работающих достаточно высок.

Весьма существенное увеличение процентного уровня к 2012 году наблюдается по первой группе учета, что свидетельствует об утяжелении инвалидизации работающих.

Увеличение по сравнению с 2008 г. статистически значимо:  $z=8,0$ , уровень значимости различия  $p<0,001$ .

Более 50 % освидетельствованных работающих (в среднем за пять лет  $57,9\pm 4,5$  %) получили третью группу инвалидности. В динамике за период 2008-2012 гг. ситуация по этой группе достаточно стабильна, с некоторым ростом. Инвалиды второй группы составляют  $34,1\pm 6,1$  %. В целом за период 2008-2012 гг. по второй группе инвалидности прослеживается статистически значимое снижение ( $z=7,2$ ;  $p<0,001$ ).

Таким образом, значимое снижение доли инвалидов по второй группе инвалидности и значимый рост доли наиболее тяжелой первой группы свидетельствует об утяжелении инвалидности среди работающих г. Новокузнецка. Интегрированный индекс показателя по второй и третьей группам инвалидности находится на приемлемом уровне по лингвистической шкале. По первой группе (0,41) индекс низкий.

Основной причиной инвалидности работающих является общее заболевание. В среднем за год по этой причине признано инвалидами  $92\pm 2,5$  % работающих, освидетельствованных на МСЭК.  $0,6\pm 0,5$  % случаев инвалидности ежегодно наблюдается по причине профессиональное заболевание. В  $2\pm 0,7$  % инвалидность работающим дана в результате трудового увечья. В динамике 2008-2012 гг. процент случаев инвалидности работающих по общему заболеванию растет ( $\tau=0,8$ ,  $p=0,05$ ), по профессиональному заболеванию значимо уменьшается ( $\tau=1,0$ ;  $p<0,001$ ), по трудовому увечью снижается:  $\tau=0,8$ ,  $p=0,05$ .

Результаты углубленного анализа первичной инвалидизации трудоспособного населения, первой группы инвалидности. Показатель инвалидности первой группы среди населения трудоспособного возраста растет с 2008 г. по 2011 г., за эти годы прирост составил 90,5 %, в 2012 г. по сравнению с 2011 г. наблюдается спад показателя, который составил 18,3 %. Несмотря на спад за 2008-2012 гг. показатель вырос на 55,7 %: с 4,3 до 6,7 случаев на 10 тыс. населения, изменение статистически значимо ( $\chi^2=18,02$ ,  $p<0,001$ ).

Уровень инвалидности первой группы среди мужского населения за 2008-2012 гг. вырос на 28,8 % (с 6,5 до 8,3 случаев на 10 тыс. населения), статистическая значимость изменений на критическом уровне:  $\chi^2=3,81$ ,  $p=0,051$ . У женщин за 2008-2012 гг. число инвалидов первой группы в пересчете на 10 тыс. населения выросло в 2,3 раза (!), рост статистически значимый ( $\chi^2=19,64$ ,  $p<0,001$ ).

За 2008-2012 гг. число инвалидов первой группы в пересчете на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста, причиной инвалидности которых являются новообразования, выросло в 2,9 раз: с 12,06 до 35,03 случаев на 100 тыс. населения.

В пересчете на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста в 2012 г. по сравнению с 2008 г. статистически значимо выросло число инвалидов первой группы по причине злокачественных новообразований молочной железы и злокачественных новообразований женских половых органов. За 2008-2012 гг. относительный показатель инвалидности первой группы среди женщин трудоспособного возраста по причине злокачественных новообразований молочной железы вырос в 2,8 раз (с 3,84 до 10,69 случаев на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста), а по причине злокачественных новообразований женских половых органов в 3,5 раза (с 2,74 до 9,50 случаев на 100 тыс. женщин трудоспособного возраста).

За 2008-2012 гг. статистически значимо выросло и число инвалидов первой группы среди мужчин трудоспособного возраста, причиной инвалидности которых являются новообразования: на 68 %, с 28,64 до 48,11 случаев на 100 тыс. мужского населения

трудоспособного возраста. В «лидеры» у мужчин выходят локализации «новообразования органов пищеварения» (рост 7,3 до 13,7 ‰), на втором месте новообразования органов дыхания, рост с 10,1 до 11,9 ‰. Выявлен значимый рост новообразований губы, полости рта и глотки в 3,9 раз (с 1,68 до 6,53 случаев на 100 тыс. мужчин трудоспособного возраста).

**Заключение.** При общем снижении в последние годы показателей инвалидизации среди взрослого населения г. Новокузнецка, проведенное исследование позволило выявить основные зоны риска тяжелой инвалидности среди работающих граждан и трудоспособного населения города в разбивке по половому признаку. Рост уровня инвалидности I группы и среди мужского, и среди женского населения трудоспособного возраста объясняется ростом числа инвалидов I группы в классе новообразований, в частности злокачественных новообразований молочной железы и злокачественных новообразований женских половых органов среди женского населения и злокачественных новообразований органов пищеварения, органов дыхания, а также губы, полости рта и глотки среди мужчин.

Приоритет здорового образа жизни, уверенность человека в завтрашнем дне, нормальные условия труда, полноценный отдых, здоровое питание и экология, повышение роли профилактики, своевременного лечения заболеваний и эффективных реабилитационных мероприятий – необходимые составляющие восстановления и улучшения здоровья населения, в том числе, работающего. То есть необходимы комплексные меры на уровне государственного, регионального и городского управления по улучшению существующей ситуации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунев В. П. Общий накопленный контингент инвалидов трудоспособного возраста населения Российской Федерации и его социально-гигиеническая характеристика / В. П. Лунев // *Здравоохранение РФ.* – 2007. – № 3. – С. 31-33.
2. Митрофанова Н.А., Сухова Л.С. Основы медико-социальной реабилитации / Н. А. Митрофанова, Л.С. Сухова. – М.: Издательство «Свято-Димитриевское училище сестер милосердия», 2001. – 82 с.
3. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 23.12.2009 № 1013н (ред. от 26.01.2012) «Об утверждении классификаций и критериев, используемых при осуществлении медико-социальной экспертизы граждан Федеральными государственными учреждениями медико-социальной экспертизы» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 11.03.2010 N 16603) // *Консультант Плюс. Законодательство. ВерсияПроф [Электронный ресурс]* / АО «Консультант Плюс». – М., 2004.
4. Жилина Н.М. Алгоритм интеграции показателей в применении к автоматизированной информационной системе социально-гигиенического мониторинга / Н. М. Жилина // *Информатика и системы управления* – 2009. – № 4. – С. 150-152.
5. Концептуальные и организационно-методические подходы к созданию социально-гигиенического мониторинга здоровья населения и среды обитания как инструмента принятия научно обоснованных решений / Чеченин Г.И., Жилина Н.М., Сапрыкина Т.В., Нетяга Т.Г., Рузаев Ю.В., Козлова Н.А. // *Врач и информационные технологии.* – 2004. – № 6. – С. 20-31.
6. Чеченин Г.И. Автоматизированная информационная система «Мониторинг состояния здоровья трудящихся» / Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, В.А. Юнусова, Н.М. Рычагова // *Пусковой комплекс* – 2008. – 27 с.

7. Пищальникова Т.С. Концепция создания и поддержки базы данных расчетных показателей / Т.С. Пищальникова, В.А. Юнусова, Т.В. Сапрыкина, Л.А. Минсабирова, Г.Ш. Хазеева, – 1996. – 121 с.

УДК 614.2:314

ББК 51.1(2)

*В.В. Захаренков, М.И. Ликстанов, И.В. Вибляя*

### **ОРГАНИЗАЦИОННАЯ КУЛЬТУРА МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОГРАММНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ СФО**

Негативные тенденции демографических процессов в России в целом, ряде её округов и их территориальных единиц [5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 26, 31, 42] требуют разработки и реализации программных мероприятий, направленных на сохранение здоровья и трудового потенциала населения [21, 38], в том числе подрастающего поколения [18, 33, 35, 39, 40, 41], и формирования приоритетных направлений политики демографического развития.

Сотрудниками ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» СО РАМН в рамках реализации плана мероприятий Российской академии медицинских наук на 2011 год по выполнению Послания Президента РФ Федеральному собранию РФ от 30 ноября 2010 года проведена разработка основных направлений двух комплексных целевых программ «Улучшение демографической ситуации в Сибирском федеральном округе» на период до 2025 года и «Здоровье и сохранение трудового потенциала населения Сибирского федерального округа» [19, 27].

Одним из элементов программных решений является повышение доступности и качества медицинской помощи путем оптимизации удовлетворения потребности населения [6, 7, 8, 25, 36], совершенствования информационного обеспечения [22] и повышения уровня организационной культуры медицинских организаций путем детальной проработки научно-практического опыта, накопленного в этом направлении, и привнесения его в систему здравоохранения [1, 2, 3, 4, 9, 28, 29, 30, 32, 34, 37].

В связи с этим под организационной культурой медицинской организации необходимо понимать систему коллективно разделяемых ценностей, убеждений и образцов поведения ее сотрудников, формирующих общую психологию и придающих единообразие совместным действиям. К основным признакам организационной культуры медицинской организации можно отнести следующие: отражение в миссии организации ее основных целей; направленность на решение производственных задач или личных проблем ее сотрудников; степень принятия (непринятия) риска; мера соотношения конформизма и индивидуализма; предпочтение групповых или индивидуальных форм принятия решений; степень подчиненности планам и регламентам; преобладание сотрудничества или соперничества в коллективе; преданность или безразличие людей по отношению к организации; ориентация на самостоятельность, независимость или подчиненность; характер отношения руководства к персоналу; ориентация на коллек-

тивную или индивидуальную организацию труда и стимулирования; ориентация на стабильность или изменения; источник и роль власти; средства интеграции; стили управления, отношения между работниками и организацией, способы оценки труда сотрудников.

Организационная культура медицинской организации вырабатывается и изменяется в процессе производственной деятельности. Сотрудники, взаимодействуя друг с другом, со временем формируют и развивают нормы и взаимные ожидания, которые оказывают значительное влияние на их дальнейшее поведение. Эти процессы также могут быть обусловлены внешним влиянием, в том числе и целенаправленным.

Извне на организационную культуру оказывают воздействие социальное и деловое окружение, национальный, государственный, этнический факторы и мифы, связанные с историей организации и жизнью ее основателей и первых руководителей, принятые нормы общения.

Объективными элементами, отражающими материальную сторону жизни организации, являются символика, униформа, удобство и оформление интерьеров, дизайн, внешний вид зданий, оборудование, мебель и пр.

Ценными становятся свойства тех или иных процессов и явлений, обладающих эмоциональной привлекательностью для большинства сотрудников организации, что позволяет им стать образцами, ориентирами, мерилем поведения. К ценностям относятся в первую очередь цели, характер внутренних взаимоотношений, ориентированность поведения людей, исполнительность, новаторство, инициатива, трудовая дисциплина и др. Согласно исследованиям, проводимым в западных фирмах, сегодня все меньшую роль играют такие ценности, как дисциплина, послушание, власть и все большую – коллективизм, ориентация на потребителя медицинских услуг, творчество, умение идти на компромиссы.

Принято считать, что сегодня необходимо не только опираться на существующие ценности, но и активно формировать новые. Поэтому важно отслеживать все новое, полезное, что есть в этой сфере и справедливо и беспристрастно его оценивать. При этом нельзя полностью подавлять старые ценности, особенно если люди к ним привыкли (даже несмотря на то, что ценности нелогичны, иррациональны). Наоборот, к ним необходимо относиться бережно, использовать их как основу для формирования новых ценностей, включив соответствующие механизмы, в том числе совместного творчества. Ключевые ценности, будучи объединенными в систему, образуют культуру организации. Она отвечает на вопрос: что является для нее наиболее важным?

Обряд – это стандартное, повторяющееся мероприятие, проводимое в определенное время и по специальному поводу. Наиболее широко распространены такие обряды, как чествование ветеранов, проводы на пенсию, посвящение в молодые сотрудники.

Ритуал представляет собой совокупность специальных мероприятий (обрядов), оказывающих психологическое влияние на членов организации с целью укрепления преданности ей, затушевывания истинного смысла тех или иных сторон ее деятельности, обучения организационным ценностям.

Легенды и мифы отражают в нужном свете и в закодированной форме историю организации, унаследованные ценности, приукрашенные портреты ее известных деятелей. Они информируют сотрудников о том, каков главный босс, как он реагирует на промахи; может ли простой сотрудник стать руководителем и пр., снижают неопределенность, советуют, учат, направляют поведение персонала в нужную сторону, создают образцы для подражания. Во многих западных фирмах в ходу легенды о бережли-

вости и рачительности их основателей, которые за счет этих качеств сумели разбогатеть, их заботливым, отеческом отношении к подчиненным.

Обычай есть форма социальной регуляции деятельности людей и их отношений, воспринятая из прошлого без каких бы то ни было изменений.

В качестве элемента культуры могут также рассматриваться принятые в организации нормы и стиль поведения ее членов: их отношение друг к другу, внешним контрагентам; осуществление управленческих действий; решение проблем.

Наконец, элементом организационной культуры являются лозунги, т.е. призывы, в краткой форме отражающие ее руководящие задачи, идеи.

Ценности, обычаи, обряды, ритуалы, нормы поведения членов организации, принесенные из прошлого в настоящее, получили название традиций. Последние бывают как позитивными, так и негативными. Например, в качестве позитивной традиции можно рассматривать доброжелательное отношение ко всем новым сотрудникам, проходящим в организацию, а в качестве негативной – печально известную дедовщину в рядах Вооруженных Сил.

Образ мышления членов организации, определяемый традициями, ценностями, уровнем культуры, сознанием членов организации, называется менталитетом. Он имеет огромное влияние на их повседневное поведение и отношение к своим служебным обязанностям.

Выделяют две важные особенности организационной культуры: многоуровневость и наличие субкультур. Поверхностный уровень образуют способы, ритуалы, эмблемы, дизайн, униформа, язык, лозунги. Промежуточный уровень составляют укоренившиеся ценности. Глубинный уровень культуры представлен философией медицинской организации, её многогранной культурой и состоит из субкультур отдельных подразделений или социальных групп, существующих под эгидой общей культуры; при этом они могут конкретизировать и разбивать последнюю, могут мирно сосуществовать наряду с ней, а могут ей противоречить. В соответствии с этим организационная культура включает субкультуры тех или иных направлений деятельности – предпринимательство, управление, деловое общение, внутренние взаимоотношения.

По отношению к организации культура выполняет ряд важных функций, таких как охранная, интегрирующая, регулирующая, адаптивная, ориентирующая, мотивирующая и функция формирования имиджа. Охранная функция состоит в создании барьера, ограждающего организацию от нежелательных внешних воздействий и реализуется через различные запреты, ограничивающие нормы. Интегрирующая функция формирует чувство принадлежности к организации, гордости за нее, стремление посторонних лиц включиться в нее, что облегчает решение кадровых проблем. Регулирующая функция поддерживает необходимые правила и нормы поведения членов организации, их взаимоотношения, контакты с внешним миром, что является гарантией ее стабильности, уменьшает большинство нежелательных конфликтов. Адаптивная функция облегчает взаимное приспособление людей друг к другу и к организации. Она реализуется через общие нормы поведения, ритуалы, обряды. Участвуя в корпоративных мероприятиях, при одинаковых способах поведения, люди легче находят контакты друг с другом. Ориентирующая функция культуры направляет деятельность организации и ее участников в необходимое русло. Мотивационная функция создает для этого необходимые стимулы. Функция формирования имиджа организации способствует созданию образа организации во внешнем окружении. Этот образ является результатом произвольного синтеза людьми отдельных элементов культуры органи-



зации в неуловимое целое, оказывающее, тем не менее, огромное воздействие как на эмоциональное, так и на рациональное отношение к ней.

В России организационная культура, к сожалению, заимствовала с Запада лишь внешние формы: рекламу (как правило, невысокого уровня), оформление офисов, новые названия должностей (различного рода менеджеры вместо руководителей структурных подразделений, специалисты в области маркетинга вместо снабженцев и т.д.). В то же время стиль управления и делового общения остались такими же, как в условиях административно-командной системы.

Культура должна пронизывать процесс управления от начала до конца, играть огромную роль в организации общения, обуславливая логику мышления, восприятие и интерпретацию (придание индивидуального смысла наблюдениям и установление связи между ними), вербальной и особенно невербальной информации.

Культура любой организации находится под мощным воздействием национального фактора. Г. Хофсгард сформулировал пять параметров, по которым можно идентифицировать национальные культуры [9]: по дистанции власти (определяемой отношением к проблеме неравенства людей); по роли индивидуалистского начала (характеризующегося теснотой связи индивида и общества, готовностью людей действовать в одиночку); по степени неприятия неопределенности (стремления ее избежать с помощью правил, традиций, законов, идеологии, религии и пр.); по степени ориентированности на будущее (организация может жить вчерашним, сегодняшним днем или стремиться к перспективной выживаемости, обеспечиваемой сбережениями, накоплением богатств и пр.); по уровню мужественности, выражающемуся в характере распределения под влиянием культурных традиции социальных ролей между полами. Культура с жестким закреплением ролей – мужественная, со слабым – женственная. В мужественных культурах абсолютно доминируют социальные ценности, традиционные для мужчин (ориентация на успех, осязаемые результаты, эффект). В женственных культурах приоритеты определяются человеческим отношением, заботой о коллективе, симпатией к слабым.

Взаимодействие менеджера и организационной культуры является непростым.

В одной стороны, управленцы могут действовать строго в рамках культуры. Если последняя прогрессивна, то действия наверняка будут успешны.

С другой стороны, менеджеры могут идти «напролом», игнорируя сложившуюся культуру. Даже если эти действия будут осуществляться в правильном направлении, они вызовут сопротивление привычек и традиций и вряд ли будут особо успешными.

Наконец, можно действовать частично в рамках культуры, но, в необходимых случаях, и наперекор ей. Здесь нужно учитывать совместимость интересов и культуры, а также, по возможности, «не перегибать палку». Если необходимые управленческие шаги полностью с культурой не совпадают, но являются настоятельными, встает вопрос о преобразовании сложившейся культуры. Для этого необходима ясная стратегия и хорошее понимание возможных препятствий и трудностей.

Нужно иметь в виду, что только изменяя параметры культуры, организацию можно вывести на новую качественную ступень. В связи с этим изменение культуры организации становится одним из объектов управления с помощью таких мер, как: контроль за ее состоянием со стороны руководителя; пропаганда и обучение персонала необходимым навыкам; подбор кадров, соответствующих данной культуре, и избавление от тех, кто в нее не вписывается.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануфриев С.А. Ключевые особенности менеджмента в медицинских клиниках // Главный врач: Хозяйство и право. – 2010. – № 1. – С. 33-35.
2. Большаков А.С., Михайлов В.И. Современный менеджмент: теория и практика. – СПб.: Питер, 2002. – 416 с.
3. Валуев С.А., Игнатьева А. В. Организационный менеджмент. – М.: Инфра-М, 2008. – 420 с.
4. Вейл П. Искусство менеджмента : Пер. с англ. – М.: Новости, 1993. – 183 с.
5. Виблая И.В., Захаренков В.В., Бердикова Е.А. Оценка показателей заболеваемости детей в начальных классах общеобразовательных школ г. Новокузнецка // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2010. – № 4. – С. 161-163.
6. Виблая И.В., Захаренков В.В., Пестерева Д.В. Оптимизация потребности в лечебно-восстановительной помощи больным с профессиональными заболеваниями как путь к сохранению трудового потенциала // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2012. – № 5-2 (87). – С. 78-81.
7. Виблая И.В., Захаренков В.В., Цай Л.В. К исследованию качества оказания медицинской помощи на основе интегрированных оценок // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2007. – № 2. – С. 44-46.
8. Виблая И.В. Проблемы определения потребности в госпитализации и ее удовлетворение в рамках муниципального заказа на стационарные виды медицинской помощи // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2003. – № 9. – С. 98-101.
9. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент. – М.: Экономистъ, 2008. – 669 с.
10. Выявляемость нарушений зрения у школьников Алтайского края / А.Л. Репин, И.В. Виблая, А.С. Макогон, В.И. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 12 (118). – С. 203-205.
11. Захаренков В.В., Виблая И.В. Актуальные проблемы формирования трудового потенциала населения России, прогностические оценки // Материалы Всероссийского съезда врачей-профпатологов. Новосибирск, 2008. – С. 168-169.
12. Захаренков В.В., Виблая И.В. Безвозвратные потери трудового и жизненного потенциала (на примере смертности от множественных травм среди населения г. Новокузнецка) // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 10. – С. 81.
13. Захаренков В.В., Виблая И.В., Бурдейн А.В. Профессиональная заболеваемость, как проблема сохранения трудового потенциала Кемеровской области: пути решения // Проблемы медико-социальной экспертизы и реабилитации пострадавших от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний: Материалы Всероссийского методологического семинара. Лечение, медико-социальная экспертиза и реабилитация в ортопедии, нейрохирургии, ангиологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Кемерово: ИД «Медицина и Просвещение», 2008. – С. 50-51.
14. Захаренков В.В., Виблая И.В. Демографическое развитие Сибирского федерального округа // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2012. – № 2. – С. 12.
15. Захаренков В.В., Виблая И.В., Забродина Е.А. Инфекции, передающиеся половым путём, как проблема демографического развития Сибирского федерального окру-

га // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2013. – № 3-1 (91). – С. 16-18.

16. Захаренков В.В., Виблая И.В., Ляпин В.А. Демографические проблемы Сибирского федерального округа // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2007. – № 3. – С. 60-62.

17. Захаренков В.В., Виблая И.В. Негативные связи показателей здоровья населения с уровнем безработицы в г. Новокузнецке // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2010. – № 4. – С. 169-172.

18. Захаренков В.В., Виблая И.В. Общие положения и индивидуальные особенности информационного обеспечения программы «Здоровье и образование» // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2007. – № 9. – С. 81.

19. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Здоровье трудоспособного населения и сохранение трудового потенциала Сибирского федерального округа // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 1. – С. 6-10.

20. Захаренков В.В., Виблая И.В., Олещенко А.М. Проблемы общественного здоровья в Сибирском федеральном округе и пути их решения // Вестник РАЕН. – 2011. – № 13. – С. 39.

21. Захаренков В.В., Виблая И.В. Основные демографические проблемы и пути их решения на муниципальном уровне // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2008. – № 3. – С. 60-62.

22. Захаренков В.В., Виблая И.В., Сизов Е.Е. Информационные технологии в здравоохранении как инструмент демографической политики // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2013. – № 1. – С. 177-179.

23. Захаренков В.В., Виблая И.В. Спектр влияния социальных условий на состояние здоровья населения г. Новокузнецка в 2006-2009 гг.: Монография. Кемерово: «Примула», 2010. – 112 с.

24. Захаренков В.В., Виблая И.В., Цай Л.В. Варианты перспективных оценок трудового потенциала России с учетом рождаемости и смертности населения // Медицина труда: Реализация Глобального плана действий по здоровью работающих на 2008-2017 гг.: Материалы Всероссийской конференции, посвященной 85-летию ГУ НИИ МТ РАМН / Под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: МГИУ, 2008. – С. 110-111.

25. Захаренков В.В., Виблая И.В., Цай Л.В. К определению потребности в лечебно-восстановительной помощи больным с профессиональными заболеваниями // Сибирский Консилиум. – 2007. – № 4. – С. 16.

26. Захаренков В.В., Морозова О.А., Виблая И.В. Особенности развития силикотуберкулеза у рабочих предприятий черной металлургии // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2012. – № 5-2 (87). – С. 82-85.

27. Здоровье и сохранение трудового потенциала населения крупного промышленного региона: Монография / В.В. Захаренков, В.Б. Колядо, А.В. Бурдейн, А.М. Олещенко, И.В. Виблая, Н.И. Панев, С.Н. Филимонов, И.П. Данилов, Ю.Ю. Дорофеев, И.Н. Брега. – Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2011. – 235 с.

28. Иванов В.В., Богаченко П.В. Медицинский менеджмент. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 256 с.

29. Кашин В.И., Бойко А.Т. Менеджмент и его использование в здравоохранении. – Петрозаводск, 1994, – 47 с.
30. Кричевский Р.Л. Если Вы – руководитель... Элементы психологии менеджмента в повседневной работе. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Дело, 1998. – 292 с.
31. Медико-демографические проблемы в формировании здоровья населения Кемеровской области / А.В. Бурдейн, В.В. Захаренков, В.Б. Колядо, И.В. Виблая // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2009. – № 2. – С. 25-26.
32. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: Пер. с англ. – М.: «Дело», 2005. – 720 с.
33. Миопия школьников как проблема адекватного выбора профессии. Пути решения / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, А.Ю. Россошанский и др. // Сибирский педагогический журнал. – 2010. – № 6. – С. 130-140.
34. Молл Е.Г. Менеджмент: Организационное поведение: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 428 с.
35. Мониторинг «Образование и здоровье» в системе управления качеством образования: Монография / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, А.М. Олещенко, И.Л. Левина. – Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2010. – 144 с.
36. Научное обоснование влияния социально-экономических факторов и финансирования здравоохранения на формирование здоровья населения: Монография / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, С.А. Коровин, В.А. Хаптанова, А.Д. Гольменко. – Новокузнецк, 2013. – 187 с.
37. Основы менеджмента / Под ред. Д.Д. Вачугова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 376 с.
38. Организационные аспекты региональной системы охраны здоровья трудовых ресурсов (на примере Кемеровской области) / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, А.В. Бурдейн, В.Б. Колядо // Проблемы управления здравоохранением. – 2009. – № 3. – С. 27-29.
39. Профилактика миопии в школьные годы как мероприятие по сохранению трудового потенциала населения (на примере г. Новокузнецка) / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, А.В. Бурдейн и др. // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2010. – № 3. – С. 68-70.
40. Результаты внедрения мероприятий, направленных на профилактику миопии при интенсивной зрительной нагрузке / И.В. Виблая, В.В. Захаренков, А.Ю. Россошанский и др. // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2010. – № 3. – С. 31-33.
41. Состояние заболеваемости миопией среди детей в условиях организации внедрения цветотерапии: Монография / А.Ю. Россошанский, В.В. Захаренков, И.В. Виблая, В.И. Савиных. – Новокузнецк: ООО «Полиграфист», 2010. – 144 с.
42. Тенденции демографических процессов в промышленных городах юга Кузбасса / И.В. Виблая, В.В. Захаренков, Д.Ю. Шамаев, С.С. Анохина // Здоровье населения и экология: состояние, проблемы, пути решения: Материалы XLII научно-практической конференции с международным участием «Гигиена, организация здравоохранения и профпатология» / Под ред. В.В. Захаренкова. – Новокузнецк, 2007. – С. 37-41.

*М.Е. Корягин, О.В. Маринова*

## **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Кузбасс – один из значимых в экономическом отношении регионов России. Ведущая роль здесь принадлежит промышленному комплексу по добыче и переработке угля, железных руд и разнообразного нерудного сырья для металлургии и стройиндустрии. В бассейне эксплуатируются 58 шахт и 36 предприятий открытой добычи (угольных разрезов). Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс) является одним из самых крупных угольных месторождений мира [1].

В результате деятельности угольной промышленности происходит разрушение природных ландшафтов техногенными, естественное восстановление которых идет очень медленно. В связи с этим актуальны работы, связанные с восстановлением окружающей природной среды техногенных ландшафтов. Однако такие работы весьма проблематично проводить без комплексной оценки состояния формирующейся почвы и экосистемы в целом [2,3]. Кроме того необходимо регулярно мониторить ход восстановления природной среды нарушенных земель.

Анализ используемых в настоящее время способов хранения и обработки информации, полученной в ходе мониторинга, показал, что информация есть, ее даже слишком много, но она не структурирована, не согласована, разрознена, не всегда достоверна, ее практически невозможно найти и получить.

База данных является эффективным инструментом для решения задач мониторинга окружающей среды нарушенных земель. Такая база позволит хранить, обрабатывать и предоставлять необходимые данные без особых трудозатрат. Это обеспечит своевременное получение информации о состоянии техногенных ландшафтов в виде набора цифровых данных, объединенных по определенному принципу.

Таким образом, становится очевидна актуальность разработки специализированной базы данных, которая позволит хранить и своевременно получать всю необходимую информацию, касающуюся того или иного нарушенного участка, проводить анализ полученных данных и в результате принимать наиболее верное решение, связанное с выбором методов рекультивации.

На рисунке 1 представлена ER-модель базы данных ИАС «Техногенный ландшафт». База данных состоит из 22-х связанных таблиц, каждая из которых хранит данные о каком-либо объекте, необходимые для описания состояния техногенных ландшафтов.

Таблица mine- справочник по угольным площадкам.

Таблица organization – справочник организаций. Хранит наименования всех организаций, имеющих непосредственное отношение к исследуемому техногенному ландшафту.

Таблица type\_organization – справочник направлений работ организаций.

Таблица affect\_area – таблица с данными о нарушенных участках угольных площадок. Хранит наименования, площади участка, а также данные о принадлежности к одному из разрезов.

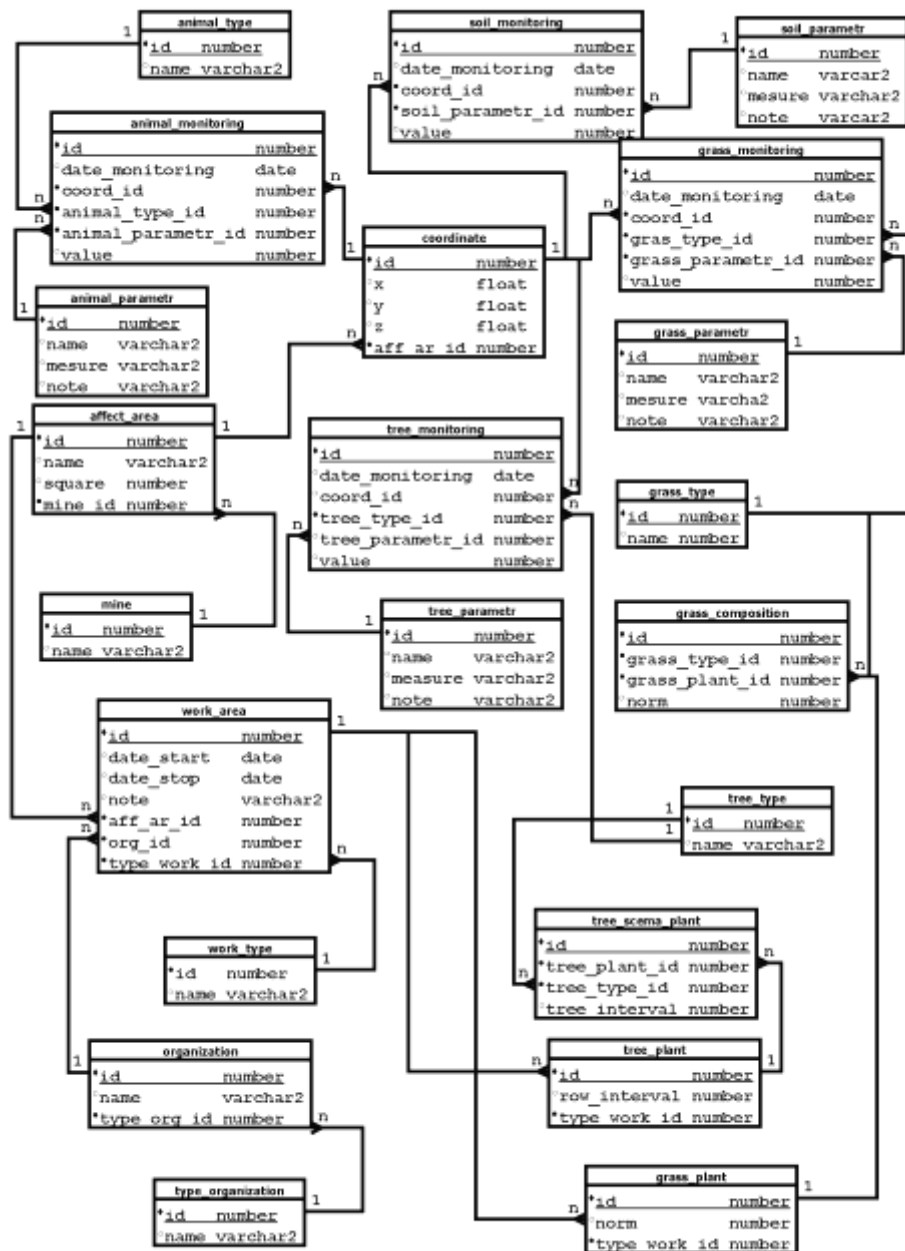


Рисунок 1 – Схема связей между таблицами

Таблица work\_area – таблица с данными о работах, проводимых на участках, с указанием даты проведения и организации –исполнителя.

Таблица work\_type – справочник по видам работ.

В таблице coordinate хранятся координаты участков.

Таблицы tree\_type, grass\_type и animal\_type – справочники по видам деревьев, трав и животных соответственно.

Таблица tree\_plant содержит данные о посадках деревьев на участках.

Таблица tree\_scema\_plant содержит данные о видовом составе и схеме посадки деревьев.

Таблица grass\_plant содержит данные о посеве травы на участках

Таблица grass\_composition содержит данные о видовом составе и процентном соотношении травосмеси.

Таблицы grass\_monitoring, tree\_monitoring, soil\_monitoring и animal\_monitoring содержат данные о мониторингах техногенных участков по следующим направлениям:

трава, деревья, почва, животные. Каждая из таблиц имеет набор атрибутов, описывающих мониторинг состояния окружающей среды техногенного ландшафта. В таблице 1 представлено описание таблицы «tree\_monitoring». В таблице tree\_monitoring хранятся данные индикационных параметров, характеризующих древесную растительность на различных участках техногенных ландшафтов. В таблице 2 представлен набор атрибутов и их назначение для сущности tree\_monitoring.

Таблица 1 – Описание таблицы «tree\_monitoring»

атрибут	назначение
id	номер записи в таблице
date_monitoring	дата проведения мониторинга
coord_id	указатель координаты точки проведения мониторинга
tree_type_id	указатель на вид дерева
tree_parametr_id	указатель на параметр мониторинга
value	значение

Атрибут id является первичным ключом. Атрибуты tree\_type\_id и tree\_parametr\_id являются внешними ключами и указывают на вид растения, по которому проводится мониторинг (сосна обыкновенная, береза бородавчатая и др.) и параметр мониторинга (высота растения, диаметр кроны и др.) соответственно. Атрибут coord\_id так же является внешним ключом и указывает на принадлежность точки мониторинга к какому либо техногенному ландшафту.

Таблицы grass\_parametr, tree\_parametr, soil\_parametr и animal\_parameter содержат набор параметров для оценки состояния техногенных ландшафтов. В таблице 2 представлено описание таблицы grass\_parametr, которая хранит набор индикационных параметров по которым проводится мониторинг травянистой растительности.

Таблица 2 – Описание таблицы «grass\_parametr»

атрибут	назначение
id	номер записи в таблице
name	параметр мониторинга (трава)
measure	единица измерения
note	примечание (описание параметра мониторинга)

База данных информационно-аналитической системы «Техногенный ландшафт» была разработана в Oracle Application Express (Apex) – среде для быстрого создания и разворачивания веб-приложений на основе СУБД Oracle Database. Использование Oracle Apex обусловлено наличием набора данных, которые могут быть добавлены пользователем через WEB-интерфейс из различных точек земного шара.

Кроме того благодаря встроенным в Oracle Apex таким средствам как: темы пользовательского интерфейса; управление навигацией; управление формами; гибкие отчеты – сокращается время реализации пользовательского интерфейса.

В информационно-аналитической системе «Техногенный ландшафт» предусмотрены несколько ролей, таких как «Разработчик», «Администратор», «Модератор» и «Гость». Эти роли представлены на рисунке 2. Пользователь с ролью «Разработчик» имеет полный доступ к управлению базой данных, ролями и пользователями. Роль «Администратор» включает в себя возможности по управлению данными в системе, а так же может назначать роли другим пользователям. Пользователи с ролью «Модера-

тор» могут заносить, редактировать и удалять данные, связанные с работами и мониторингами, т.е. всеми данными, кроме учетных записей. Пользователь с ролью «Гость» может просматривать некоторые данные системы, связанные с объектами, имеющими непосредственное отношение к нему (например сотрудник государственных или административных органов по охране окружающей среды может просматривать данные о состоянии нарушенных подведомственных земель). Все типы ролей предусмотрены только для зарегистрированных пользователей.

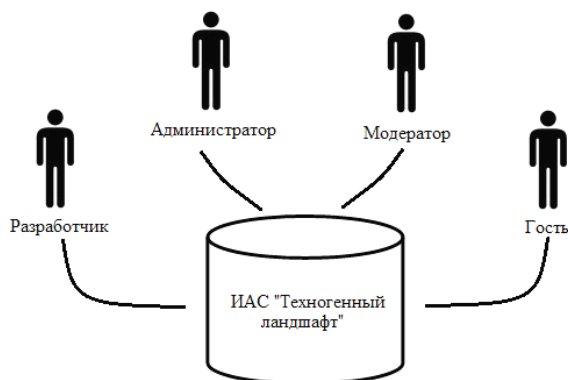


Рисунок 2 – Распределение ролей в системе

Перед началом работы в системе пользователь должен авторизоваться под своей учетной записью. В зависимости от типа учетной записи пользователь может видеть ту или иную информацию. Для авторизации в системе необходимо ввести свои логин и пароль и нажать кнопку входа.

После авторизации в системе пользователь попадает на главную страницу (рисунок 3) на которой размещено меню навигации по разделам системы.

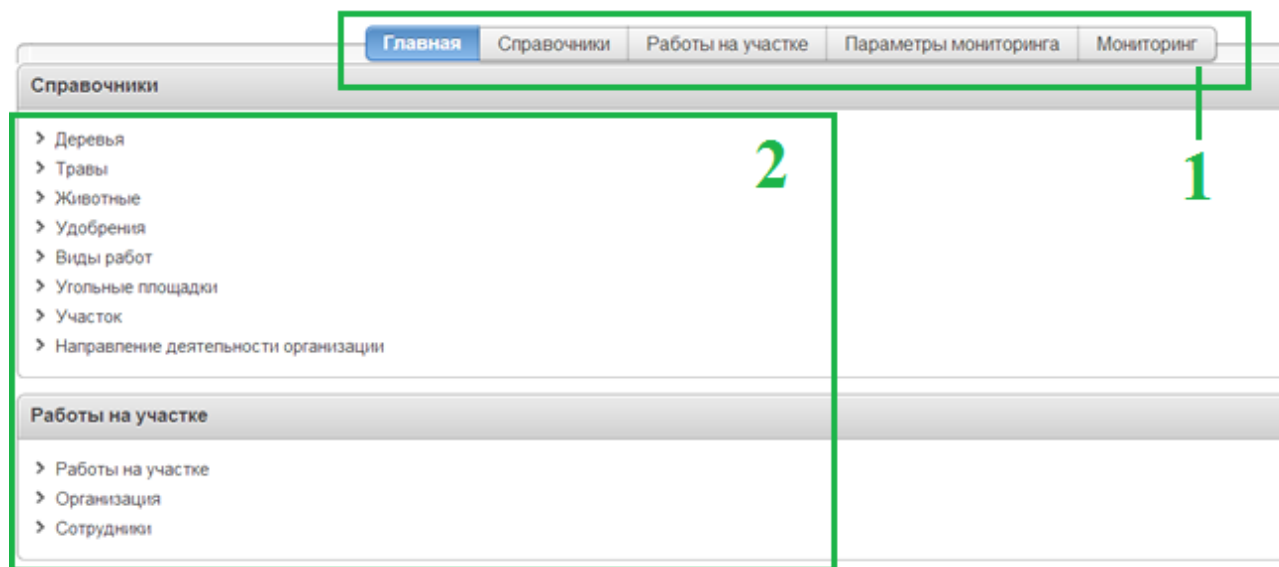


Рисунок 3 – Главная страница системы

На рисунке 3 представлен снимок экрана главной страницы. Область 1 – главное навигационное меню, область 2 – меню навигации по разделам. Всего разделов четыре. Раздел справочники содержит в себе линейные перечни уникальных данных, таких как: виды деревьев, виды трав, виды животных, виды удобрений, виды работ, угольные площадки, участки и направления деятельности организаций.



На рисунке 4 представлен снимок экрана раздела «Справочники», страница «Участок».

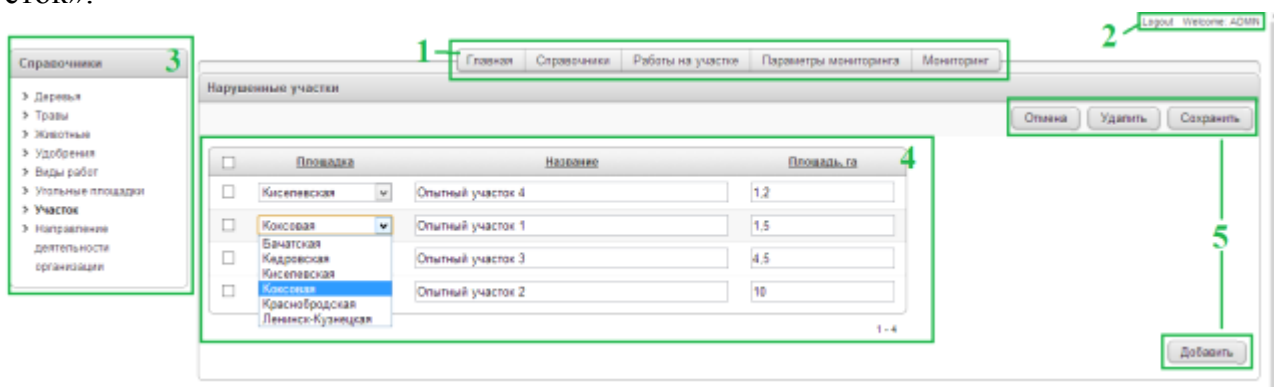


Рисунок 4 – Раздел «Справочники», страница «Участок»

Главное навигационное меню системы представлено областью 1, оно позволяет переключаться между основными разделами системы. Область 2 отображает имя пользователя, работающего в системе на данный момент. Область 3 - навигация по выбранному разделу. Область 4 – рабочая область системы. В рабочей области находится таблица с которой ведется работа в данный момент и кнопки работы с данными («Добавить», «Удалить», «Сохранить» и «Отмена»).

В разделе работы на участке содержатся сведения о проводимых работах, с полным описанием организаций и сотрудников. На рисунке 5 представлен снимок с экрана раздела «Работы на участке».

Как и в разделе «Справочники» главное навигационное меню системы представлено областью 1. Область 2 - навигация по выбранному разделу. Область 3 – фильтр выбора угольной площадки и участка на ней. Область 4 – рабочая область системы. В рабочей области находится два подраздела, один из которых (область 5) является фильтром по организациям и работам, а второй (область 6) – таблица в которой отображается информация по выбранному участку. Область 7 – кнопка добавления новой записи в таблицу. Область 8 – кнопки редактирования записей в таблице.

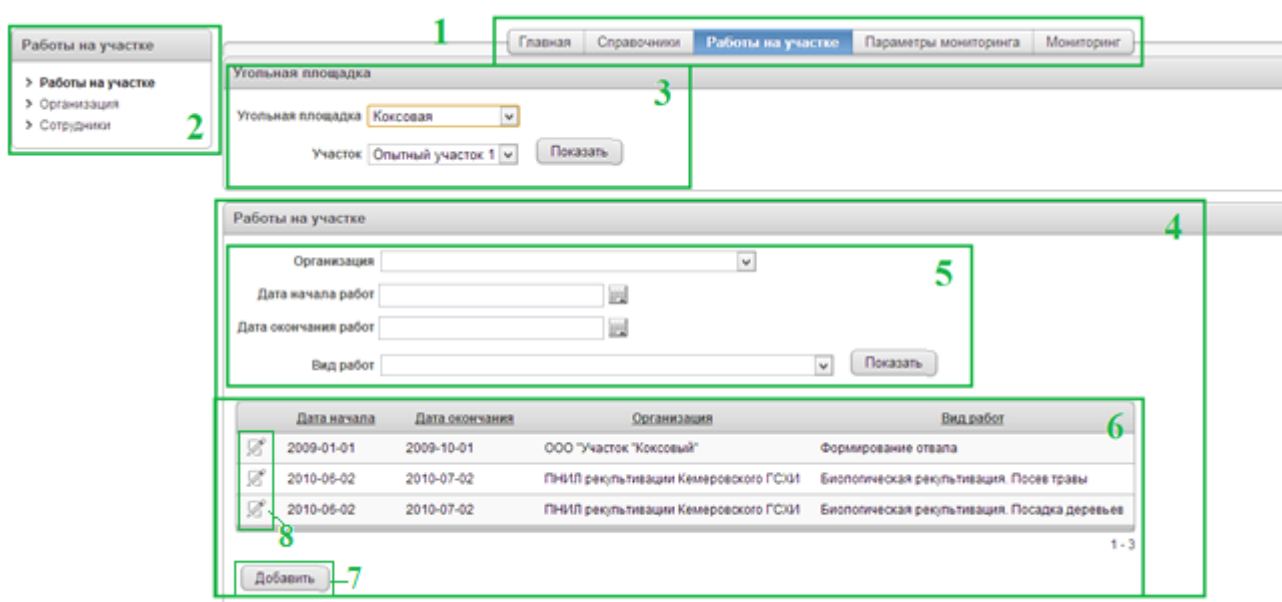


Рисунок 5 – Раздел «Работы на участке»

Раздел «Параметры мониторинга» содержит набор показателей, по которым проводится мониторинг. Каждый показатель имеет свою единицу измерения. На рисунке 6 представлен снимок с экрана раздела «Параметры мониторинга», на котором область 1 – главное меню системы; область 2 – меню раздела; область 3 – рабочая область раздела, в которой заносятся данные по параметрам мониторинга; область 4 – управляющие кнопки.

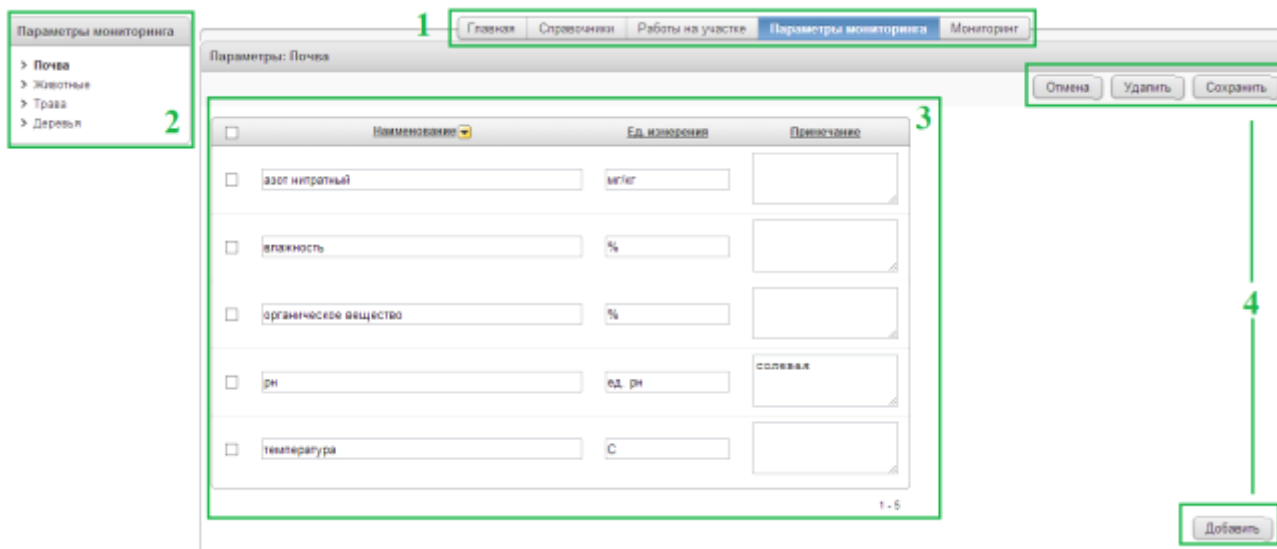


Рисунок 6 – Раздел «Параметры мониторинга»

Раздел мониторинг содержит данные о мониторингах, проводимых на техногенных ландшафтах. Мониторинг состояний проводится по четырем направлениям – почва, травянистая растительность, древесная растительность и фауна.

На рисунке 7 представлен снимок с экрана раздела «Мониторинг», на котором область 1 – главное меню системы; область 2 – меню раздела; область 3 – область фильтрации по участку; область 4 – рабочая область раздела, в которой заносятся данные по мониторингам выбранного участка; область 5 – управляющие кнопки.

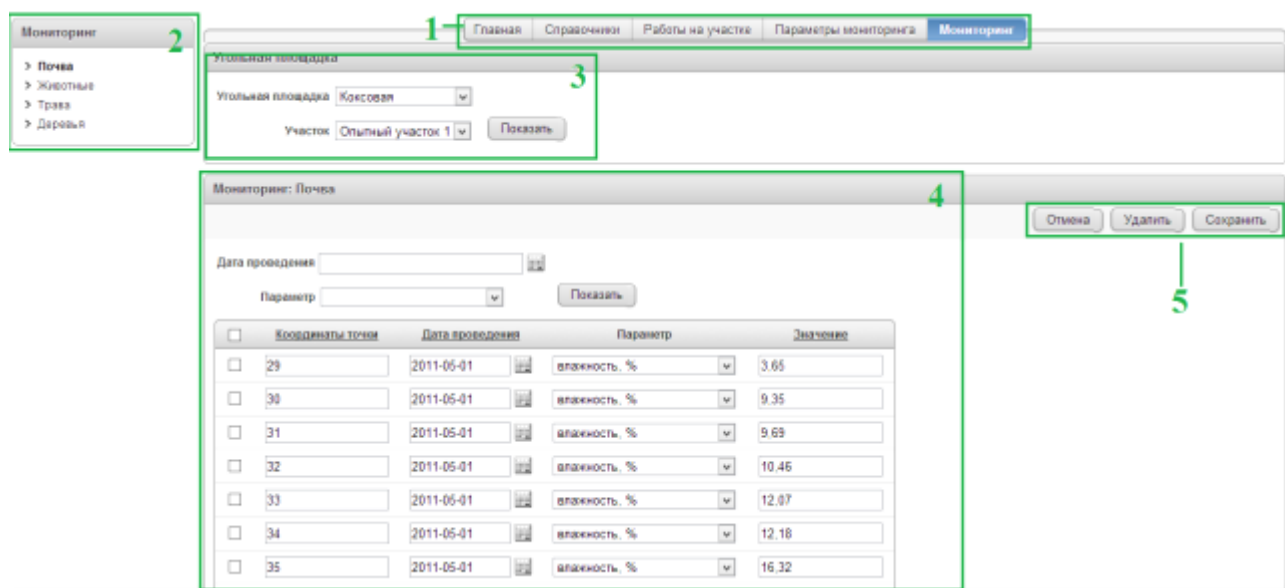


Рисунок 7 – Раздел «Мониторинг»

Таким образом, разработанная база данных с веб-интерфейсом позволяет накапливать и обрабатывать различные данные о техногенных ландшафтах и данные различных мониторингов, необходимых для комплексной оценки состояния окружающей среды техногенного ландшафта. Представленная структура базы данных содержит двадцать одну таблицу, которые позволяют учесть различные данные, характеризующие техногенный ландшафт и его экологическое состояние.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кемеровская область в цифрах за 20 лет 1984–2008 [Текст] : стат. сб. / Кемеровский обл. ком. гос. статистики. – Кемерово, 2009. – 62 с.
2. Эйдензон Д.В. Концепция информационно – аналитической системы мониторинга окружающей природной среды техногенно нарушенных ландшафтов в угледобывающих регионах [Текст] / Д.В. Е.А. Ижмулкина, И.А. Ганиева, О.В. Лошкарева // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 7. – С. 75 – 77.
3. Корягин М.Е. Автоматизированная система управления данными мониторинга окружающей природной среды техногенных ландшафтов / М.Е. Корягин, И.А. Ижмулкина, О.В. Маринова // Системы. Методы. Технологии – 2013. – № 4. – С. 170 – 176.

*П.С. Чубик*

### **ХРОНИКА ПЕРВОЙ ПОБЕДЫ: ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ НА ПУТИ В ТОП-100**

В мае 2012 года Президент Российской Федерации Владимир Путин своим Указом поставил перед Правительством страны задачу: обеспечить вхождение к 2020 году не менее пяти российских вузов в первую сотню мировых университетских рейтингов. В октябре 2012 года Правительство Российской Федерации утвердило План мероприятий по развитию ведущих университетов, предусматривающих повышение их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. В апреле 2013 года был сформирован состав Совета по повышению конкурентоспособности ведущих российских вузов, в который вошли Министр образования и науки Российской Федерации Дмитрий Ливанов (председатель), ректор Московской школы управления «Сколково» Андрей Волков, председатель совета директоров компании «ЕВРАЗ плс» Александр Абрамов, председатель правления Сбербанка Герман Греф, вице-президент РАН Валерий Козлов, президент университета штата Аризона (США) Майкл Кроу, президент Гонконгского университета Лэп-Че Цуи, ректор Сколковского института науки и технологий Эдвард Кроули и другие авторитетные российские и международные деятели в сфере образования, науки и бизнеса.

Тем самым был дан старт масштабному федеральному проекту на конкурсный отбор 10-15 ведущих вузов России, усилия которых в продвижении в топ-100 мировых рейтингов будут поддержаны на государственном уровне, в том числе, бюджетными субсидиями.

Поддержка государством продвижения ведущих российских университетов в мировых рейтингах – свидетельство повышенного внимания к развитию «экономики знаний» и признание того, что экономический рост и конкурентоспособность страны на глобальном уровне все больше зависят от знаний (человеческого капитала). Мировой опыт показывает, что основной вклад в развитие человеческого капитала, генерацию знаний, важнейших технологических инноваций и укрепление экономического развития своих стран вносят именно ведущие исследовательские университеты.

Позиции в мировых рейтингах служат ориентиром при осуществлении политики развития национальных систем образования. Наличие глобально конкурентоспособных университетов позволяет распространять их лучшие практики на всю систему высшего образования, тем самым улучшая ее в целом.

Университеты мирового уровня важны и для регионов, в которых они находятся. Такие университеты обеспечивают приток в регион талантливых иногородних абитуриентов, впоследствии – выпускников, т.е., образно говоря, обеспечивают «импорт мозгов». В свою очередь, высокое качество человеческого капитала повышает инвестиционную привлекательность региона для создания новых производств и инновационных проектов.

Рост в мировых рейтингах крайне важен и для самого университета. Это сигнал для выбирающих университет талантливых абитуриентов и студентов, сигнал для преподавателей и научных сотрудников при выборе места работы (высокий статус вуза позволяет привлечь к работе в нем наиболее квалифицированных сотрудников, т.е.

интеллектуальную элиту); это сигнал для работодателей при отборе на работу выпускников разных вузов, имеющих одинаковый уровень квалификации; это сигнал для стратегически важных партнеров и инвесторов, открывающий новые возможности и источники финансирования. Хорошие позиции в рейтингах позволяют наладить партнерство с ведущими вузами мира, привлечь в университет больше платных студентов (в условиях демографической ямы в стране, прежде всего, иностранных студентов, рост числа которых это одновременно и элемент геополитической борьбы за интеллектуальные ресурсы и влияние).

У руководства Томского политехнического университета (ТПУ) не было ни тени сомнения: участвовать в конкурсе или нет. Университет уже имел положительный опыт конкурсного участия в различных федеральных программах: по поддержке инновационных образовательных программ, получении категории «национальный исследовательский университет» и др. ТПУ стабильно входит в число 10-15 лучших вузов страны по версиям различных национальных рейтингов («Эксперт РА», «Интерфакс» и др.). В 2011 году ТПУ впервые вошел в мировой университетский рейтинг QS, заняв в нем 551-600 место. Потенциал, накопленный Томским политехническим за почти 120-летнюю историю развития, давал основания для того, чтобы рассчитывать на успех и в данном конкурсе.

Однако организаторы этого конкурса ясно дали понять: прежние заслуги вузов не в счет. Это не тот случай, когда можно было бы надеяться, что члены Совета учтут славную вековую историю вуза и включают его в число победителей «по совокупности былых достижений». Необходимо было в достаточно короткие сроки подготовить полноценную программу повышения конкурентоспособности университета, содержащую оригинальные, смелые, и, вместе с тем, реально достижимые цели, а главное – эффективные механизмы их достижения.

Такая программа была подготовлена командой томских политехников в крайне сжатые сроки (конкурс был официально объявлен 8 мая 2013 года, конкурсные заявки необходимо было направить в срок до 10 июня).

Всего в конкурсе приняли участие 54 вуза. После предварительного отсева на финишную прямую вышли 36. 5-6 июля 2013 года на заседании Совета по повышению конкурентоспособности ведущих университетов Российской Федерации ректоры представили краткие презентации программ своих вузов по продвижению в топ-100.

Автор данной статьи, как ректор ТПУ, презентовал программу повышения конкурентоспособности университета 5 июля 2013 г. в виде схемы метро, в котором четыре ветки: «Наука», «Образование», «Кадры» и «Управление». В каждой ветке, конечным пунктом которой являлся 2020 год, были обозначены станции, являющиеся промежуточными пунктами на пути к достижению поставленных целей. Среди этих станций – «Сетевой центр превосходства в области ресурсоэффективных технологий», «Институт постдоков», «Интернет-лицей», «Институт электронного обучения» и т.д. Движение обеспечивают локомотивы, обозначающие механизмы решения задач: «Преобразование в университет магистерско-аспирантского типа», «Создание двуязычной образовательной среды», «Модульный принцип организации образовательного процесса», «Активный рекрутинг талантов», «Поддержка публикационной активности» и др.

Программа ТПУ была положительно оценена членами Совета.

В список 15 университетов-победителей вошли четыре московских вуза: МФТИ, МИСиС, НИУ ВШЭ, МИФИ, три «питерских»: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, ЛЭТИ; два томских: ТПУ и ТГУ;

три федеральных: Дальневосточный, Казанский и Уральский. Кроме того, победителями стали Нижегородский госуниверситет, Самарский государственный аэрокосмический университет и Новосибирский госуниверситет.

Для Томского политехнического эта победа имеет огромное значение. И дело даже не в субсидии из федерального бюджета на реализацию программы повышения конкурентоспособности вуза (хотя это немалые средства и хорошее подспорье для развития). Главная ценность победы заключается в том, что ТПУ подтвердил свой статус ведущего технического вуза России. В списке 15 победителей только два региональных технических университета – ТПУ и Самарский государственный аэрокосмический университет. Остальные – московские и Санкт-Петербургские. Снова на обширной территории, от Волги до Тихого океана, как и сто с лишним лет назад, Томский политех – первый и единственный вуз – лидер инженерного образования. Это означает, что и вчера, и сегодня, и завтра учиться в ТПУ было, есть и будет престижно и значимо. Иметь диплом ТПУ, значит, быть уверенным в получении качественного образования и успешной карьере.

Победа в конкурсе стала подтверждением высокого образовательного и научного потенциала ТПУ и была достигнута в результате слаженной интеллектуальной и организационной работы всего коллектива вуза, команды руководителей, которая на деле доказала свою дееспособность, умение мыслить, творить, добиваться успеха.

Высоко оценил достижения томских вузов губернатор Томской области Сергей Жвачкин: «Это большая победа и нашей высшей школы, и всего региона. С решением министерства образования и науки реальностью становятся наши новые проекты – и «Томские набережные», и строительство междуниверситетского студенческого кампуса».

Однако победа в конкурсе была лишь началом пути. Всем вузам-победителям предстояло в течение двух-трех месяцев подготовить детальные «дорожные карты» – планы мероприятий по реализации своих программ повышения конкурентоспособности. Как показали дальнейшие события – победа отнюдь не означала, что «дорожные карты» будут «автоматом» одобрены членами Совета.

ТПУ очень ответственно подошел к работе над «дорожной картой». Команда разработчиков трудилась без выходных, нередко – почти круглосуточно, многие – без отпуска. На заключительном этапе к экспертизе «дорожной карты» были привлечены 17 международных консультантов, две трети из которых действующие сегодня или в недавнем прошлом президенты и ректоры, вице-президенты и проректоры университетов, занимающих в мировых рейтингах высокие «топовые» позиции.

25-26 октября в Москве, в Центре международной торговли, под председательством Министра образования и науки Российской Федерации Дмитрия Ливанова прошло итоговое заседание Совета по повышению конкурентоспособности ведущих университетов Российской Федерации среди ведущих мировых научно-образовательных центров, на котором были рассмотрены «дорожные карты» всех 15 вузов-победителей конкурса на предоставление государственной поддержки по продвижению в топ-100 лучших вузов мира.

ТПУ представлял Совету свою «дорожную карту» первым. Ее презентовала команда из девяти человек: ректор университет Петр Чубик, проректор по образовательной и международной деятельности Александр Чучалин, проректор по научной работе и инновациям Алексей Пестряков, заместитель проректора по финансово-экономической деятельности Андрей Лидер, начальник управления по международной образовательной деятельности Ольга Мазурина, а также представители команды международных консультантов, принимавших участие в экспертизе «дорожной кар-

ты» ТПУ. Это директор по исследованиям Программы Гордона Массачусетского технологического института Уильям Лукас (США), декан Школы инженерной механики Чалмерского университета технологий Йохан Малмквист (Швеция), старший президент по развитию предпринимательства Университета штата Аризона Сесураман Панчанасан (США) и эксперт Европейской комиссии и Европейского института технологий в области международной научно-технической политики профессор Венского технического университета Манфред Хорват (Австрия).

«Дорожная карта» была представлена как восхождение к горной вершине одновременно по четырем уже известным маршрутам: «Образование», «Наука», «Кадры» и «Управление». В каждом маршруте были обозначены стратегические инициативы вуза, ключевые результаты и сроки, когда они должны быть достигнуты.

Так, уже в 2013-2014 гг. ТПУ должен перейти в автономное учреждение, создать Наблюдательный совет вуза, оптимизировать пакет образовательных программ, организовать работу единой профессиональной приемной комиссии и международного научного совета, внедрить систему срочного эффективного контракта, набрать первых постдоков, запустить в работу систему грантовой поддержки международных исследовательских групп под руководством ведущих ученых и др.

Основной доклад по «дорожной карте» делал ректор ТПУ. Сводный доклад, представляющий консолидированное мнение международных консультантов, был сделан профессором Манфредом Хорватом. На вопросы членов Совета в процессе защиты «дорожной карты» отвечал Петр Чубик. Всего было задано девять вопросов.

Вопросы задавали: Малькольм Грант – президент университетского колледжа Лондона, Александр Абрамов – председатель совета директоров компании «ЕВРАЗ плс», Филипп Альтбах – директор Центра международного высшего образования Бостонского колледжа, Лэп-Че Цуи – президент Гонконгского университета, Олег Алексеев – вице-президент, главный управляющий директор по образованию и исследованиям Фонда Сколково, Дмитрий Ливанов – Министр образования и науки Российской Федерации. На все вопросы были даны содержательные и исчерпывающие ответы.

28 октября министр образования и науки Дмитрий Ливанов на пресс-конференции представил итоги презентации «дорожных карт» 15-ти российских вузов.

– Все вузы, которые участвовали в создании «дорожных карт», уложились в срок. Нами была также проведена их достаточно детальная экспертиза в течение двух дней, – отметил Министр. – По итогам двухдневных заседаний было решено выделить финансирование на 2013 г. – 592,4 млн.руб. 12-ти из 15-ти вузов.

Вузами, не сумевшими пройти защиту своих планов по реализации программ конкурентоспособности, стали Самарский государственный аэрокосмический университет, Дальневосточный федеральный университет. Совет назвал «дорожные карты» этих вузов «недостаточно амбициозными», повторно их заслушают в марте 2014 года.

На пресс-конференции, посвященной защите «дорожной карты», было отмечено, что за последние пять лет практически все ключевые показатели деятельности ТПУ были удвоены.

А ближайшие семь лет это удвоенное предстоит примерно утроить.

ТПУ взял на себя достаточно жесткие обязательства. Каждый год Совет при Минобрнауки Российской Федерации будет анализировать отчеты вузов – участников программы «5-100», и принимать решение – продолжать оказывать господдержку тем или иным вузам, или нет. Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2013 года № 1311 утвержден порядок предоставления такой поддержки. В федеральном бюджете на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов преду-

смотрены бюджетные ассигнования на осуществление государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров в объеме: 10,5 млрд рублей в 2014 году, 12 млрд рублей в 2015 году, 12,5 млрд рублей в 2016 году.

Всем вузам из топ-15 предстоит в условиях суровой конкурентной борьбы, делом доказать свое право и способность достигать необходимых результатов, чтобы в итоге лучшие из них пробились в число ста лучших университетов мира. Томский политехнический университет твердо рассчитывает быть одним из них. ТПУ по своему духу – вуз-победитель. Шанс, который предоставлен университету сегодня, он намерен использовать на все сто процентов.

УДК 681.518

*А.Ю. Дмитриев, Д.В. Худяков, В.Б. Романюк, В.В. Малышев*

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ**

Согласно современной отечественной школе в области системного подхода, возглавляемой И. В. Блаубергом, В. Н. Садовским и Э. Г. Юдиным системный подход – это направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы: целостного комплекса взаимосвязанных элементов[1].

Системный подход, характеризует способ организации действий, которые могут включать любой род деятельности, выявляя закономерности и взаимосвязи с целью их более эффективного использования. Во-первых системный подход является методом решения задач, во-вторых – методом постановки задач. Это качественно более высокий, нежели просто предметный, способ познания.

Сегодня системный подход применяется довольно широко в экономических исследованиях. Например, школой академика К.А. Багриновского разработана методология использования системного подхода в стратегическом планировании развития предприятия [2]. Системными являются совершенно специфические исследования, которые выполняются там, где применение общей теории систем связано с целями работы и характером изучаемого объекта.

Модель может быть многоуровневой и иметь блочную структуру. Основой каждого блока является базис, связи которого представлены с использованием относительных показателей уровня. В блок входит также надстройка, характеризующая влияние данных показателей на абсолютные величины.

Системный подход основывается на принципах: единства – совместное рассмотрение системы как единого целого и как совокупности частей; развития – учет изменчивости системы, ее способности к развитию, накоплению информации с учетом динамики окружающей среды: глобальной цели – ответственность за выбор глобальной цели. Оптимум для подсистем или элементов не является оптимумом всей системы: функциональности – совместное рассмотрение структуры системы и функций с приоритетом функций над структурой; децентрализации – сочетание децентрализации и централизации; иерархии – учет соподчинения и ранжирования частей; неопределен-



ности – учет вероятностного наступления события; организованности – степень выполнения решений и выводов [3].

Наиболее последовательной реализацией системного подхода является системный анализ – всесторонний подход к принятию решений по различным проблемам в различных сферах человеческой деятельности.

Как правило, все системы искусственного происхождения являются целенаправленными, т.е. создаются и существуют для достижения определенной цели (целей).

Можно выделить признаки системы:

- существует определенный порядок расположения и взаимодействия материалов, энергии и информации (конструкция, структура системы):
- существует цель, для достижения которой создана система:
- выходы материалов, энергии и информации размещены в соответствии с заранее установленным порядком:
- существует совокупность предпочтений (приоритеты, критерии, оценки), обеспечивающая оптимальное (рациональное, предпочтительное) сочетание и взаимодействие элементов системы [4].

Системы обладают общими важными чертами (свойствами).

Во-первых, целостность системы – несводимость свойств системы к свойствам ее элементов, при этом объединенные в систему элементы могут терять свойства, присущие им вне системы, или приобретать их. Система - не механическое объединение элементов, при создании она может приобретать дополнительные свойства, которые отсутствуют в ее элементах.

Во-вторых наличие структуры – совокупность взаимосвязей (отношений) между компонентами системы. Поэтому можно сказать, что система и структура - разномасштабные понятия: не существует бесструктурных систем и внесистемных структур. Структура является внутренним свойством всякой системы, из каких бы элементов она не состояла. Можно сказать, что структура – инвариантное свойство системы, не зависящее от свойств и природы элементов.

В-третьих, делимость – возможность расчленения системы на составляющие ее компоненты. При этом выделяются: подсистема; элемент; масштаб системы; множество состояний.

В-четвертых, открытость – способность системы обмениваться с внешней средой потоками материи, энергии и информации.

Система компетентностной оценки персонала организации исследуется коллективом авторов уже более пяти лет, результаты работы и апробация разработанной системы представлены в работах Дмитриев А. Ю., Малышев В. В., Воробьева (Шевелева) Л. В., Худяков Д. В. [7,8,9,10,11]. Авторами исследования выработаны следующие элементы системы:

- определены цели эффективной системы оценки персонала организации;
- определена категория – «профессиональные компетенции»;
- реализованы методологические принципы функционирования системы оценки в соответствии с требованиями современного управления персоналом организации;
- разработана модель оценки профессиональной компетенции;
- выработаны и апробированы методы компетентностной оценки персонала на опыте работы ведущих нефтегазовых компаний России.

Представим более подробно этапы разработки системы компетентностной оценки персонала организации.

Сотрудники в организации неодинаково выполняют свои производственные обязанности: можно различить лидеров, аутсайдеров, середняков. Чтобы провести эту дифференциацию, необходимо иметь единую систему оценки эффективности выполнения каждым сотрудником своих должностных функций.

Основными целями эффективной системы оценки персонала являются следующие:

- воздействие на мотивацию сотрудников через систему обратной связи руководитель – подчиненный;
- планирование профессионального обучения с помощью выявления недостатков в квалификационном уровне сотрудников и разработки мер по их исправлению;
- планирование профессионального развития и карьеры работника путем составления индивидуальных планов развития и карьеры;
- обоснованное принятие решений о вознаграждении, продвижении или увольнении.

Выбор методов оценки персонала для каждой организации является уникальной задачей.

Оптимизация системы оценки возможна за счет следующих принципов формирования оценки:

- универсальность системы оценки;
- установление стандартов и норм оценки;
- выбор методов оценки;
- предмет оценки.

Отдел управления персоналом разрабатывает единую систему оценки для всей организации (или несколько систем для различных категорий: высших руководителей, руководителей среднего звена и специалистов, технических сотрудников и рабочих). За счет этого обеспечивается единообразное понимание и применение этой системы во всех подразделениях.

Для установления стандартов и норм оценки организации необходимо решить, что определяет успех при работе в данной должности, т.е. выделить критические факторы. Для этого используется метод анализа рабочих мест: тщательное исследование выполняемых функций и выделение из них наиболее важных с точки зрения достижения стоящих перед ним целей.

При выборе методов оценки необходимо иметь легкие в использовании, надежные и точно характеризующие критические факторы оценки. Предмет оценки должен соответствовать поставленным задачам и способствовать их достижению.

В основу оценок профессиональной компетентности специалистов положены следующие основные принципы:

- учет наиболее существенных умений и знаний согласно должностным инструкциям специалиста;
- учет наличия разных уровней требований к знаниям и умениям специалистов, несовпадения их интересов и различных оценок стоимости капитала, выражающихся в индивидуальных значениях;
- многоэтапность оценки: на различных стадиях разработки и осуществления проекта его эффективность определяется заново, с различной глубиной проработки.

Условно можно разделить все принципы на три категории:

- методологические, наиболее общие, обеспечивающие при их применении рациональное поведение экономических субъектов независимо от характера и целей оценки;

- методические, обеспечивающие экономическую обоснованность оценок и их оптимизацию;
- операциональные, соблюдение которых облегчит и упростит процедуру оценок и обеспечит необходимую точность оценок.

Среди методологических принципов следует выделить следующие принципы:

- комплексность, то есть включение в систему профессиональных компетенций набора знаний и навыков специалистов, согласно: должностных инструкций и современных требований;
- согласованность, то есть оптимизация оценки по критериям – доля компетенции в общей системе оценки; структура и содержание спецификаций согласно занимаемой должности;
- максимум эффекта, то есть расходы на создание и внедрение системы оценки должны быть оправданными;
- сравнимость подразумевает возможность рейтинговой оценки и ранжирования специалистов по результатам тестирования как внутри группы, так и в целом по общему центру обслуживания.

Если рассматривать методические принципы оценки компетентности специалистов, то выделяются такие принципы как:

- уникальность оценки – привязка оценки к конкретным функциям специалистов организации;
- объективность оценки, то есть исключение влияния мнения специалиста, который осуществляет оценку;
- гибкость системы оценки характеризуется возможностью менять набор и структуру тестовых заданий по компетенциям, вводить новые компетенции, менять долю компетенции в общей системе оценки.

В группе операциональных принципов оценки можно выделить взаимосвязь параметров, то есть применение бальной оценки, которая бы учитывала трудоёмкость и сложность задания, количество компетенций, задаваемый специалисту.

Наряду с выше перечисленными принципами оценки существуют еще и "частные" принципы или правила, в соответствии с которыми осуществляются отдельные этапы оценки или учитываются отдельные специфические для конкретного объекта оценки. Такие правила, иногда основанные на практическом опыте, иногда конкретизирующие общие принципы применительно к определенной ситуации, в случае необходимости излагаются при описании соответствующих этапов оценки.

Ведущими принципами оценки эффективности системы оценки, на наш взгляд, являются: объективность, гибкость, комплексность, оптимизация, возможность автоматизации процессов оценки компетентности специалистов.

Последовательность основных этапов оценки профессиональных знаний и навыков специалистов нефтегазовой компании представлены на рисунке 1.

В исследовании использовался следующий понятийный аппарат:

- профессиональная компетенция – совокупность профессиональных знаний и умений, а также способы выполнения профессиональной деятельности;
- спецификация теста – документ, содержащий информацию о целях, задачах, плане и структуре теста, а также основные требования к правилам проведения тестирования, обработке результатов и их интерпретации;
- кодификатор – содержательная структура тестовых заданий – включает контролируемое содержание компетенций, перечень контролируемых элементов и обосно-

вызывает необходимость включения того или иного тестового задания в общий блок вопросов [14].



Рисунок 1 – Этапы оценки профессиональных знаний и навыков специалистов нефтегазовой компании

На первом этапе создания комплексной оценки профессиональной компетентности специалиста изучалась организационная структура предприятия, были сформированы модель и профиль компетенций с учётом мнения заказчика работ (экспертной группы). В экспертную группу вошли руководители подразделений и служб предприятия.

На основании представленных профилей и моделей формируется общий профиль компетенций сотрудников подразделений, который послужил основой разработки спецификаций, кодификаторов и тестовых заданий по каждой компетенции (таблица 1).

Количество вопросов по каждой компетенции определялось по следующей формуле:

$$m_{ij} = \left( d_{ij} * \sum_{i=1}^n m_{ij} \right) / 100$$

где  $m_{ij}$  – количество вопросов  $i$ -го уровня сложности по  $j$ -ой компетенции;  $d_{ij}$  – доля  $j$ -ой компетенции по  $i$ -ым уровням сложности.

$$d_{ij} = \left( k_{ij} / \sum_{i=1}^n k_{ij} \right) * 100$$

где  $k_{ij}$  – количество  $j$  компетенций  $i$ -го уровня сложности.

Таблица 1 – Общее количество вопросов по всем компетенциям специалистов нефтегазодобывающей компании

Элементы модели	Уровень компетентности				$k_{ij}$	$d_{ij}$	$m_{ij}$
	Начинающий	Рабочий	Опытный	Эксперт			
<i>Знания в сфере менеджмента</i>							
Основы экономической деятельности предприятий НГК	17	27	21	1	66	14,0	60
Основы менеджмента	19	34	13	0	66	14,0	60
Основы нефтегазопромыслового дела	23	26	17	0	66	14,0	60
Основы правоведения	32	13	1	0	46	9,8	40
<i>Знание процессов</i>							
Геология	18	23	12	0	53	11,3	50
Разработка месторождений	11	16	3	1	31	6,6	30
Добыча нефти и газа	5	9	4	1	19	4,0	17
Система сбора и подготовки скважинной продукции	0	10	1	0	11	2,3	10
Ведение ремонтных работ на скважине	2	15	1	1	19	4,0	15
Нефтепромысловая химия	3	9	1	0	13	2,8	10
Физика пласта	5	9	0	0	14	3,0	10
Механика сплошной породы	8	11	0	0	19	4,0	15
Технология бурения нефтяных и газовых скважин	5	14	0	0	19	4,0	15
Монтаж и эксплуатация бурового оборудования	0	9	3	0	12	2,5	10
Геофизические исследования скважин	2	10	5	0	17	3,6	15
Всего компетенций $k_{ij}$	150	235	82	4	471	–	–
Доля вопросов по компетенциям $d_{ij}$ , %	31,8	49,9	17,4	0,8	100	100,0	–
Кол-во вопросов $m_{ij}$ , всего	130	220	63	4	-	-	417

Профиль профессиональных компетенций по каждой должности отражает уровень требований к знаниям и навыкам отдельного специалиста, занимающего ту или иную должность. В данном случае использовалась четырехуровневая система оценки компетентности: начинающий специалист, рабочий уровень, опытный специалист и эксперт.

Кодификаторы фиксируют преемственность между модулями компетенций, профилями компетенций по подразделениям и должностям специалистов и содержанием тестовых заданий. Следовательно, кодификатор отражает содержание тестовых заданий и включает контролируемое содержание компетенций, перечень контролируемых элементов и обосновывает необходимость включения того или иного тестового задания в общий блок вопросов.

Спецификация включает основные характеристики содержания теста для каждого сотрудника: необходимый уровень конкретных знаний и навыков, определенное количество вопросов к структурной единице, балльную оценку пройденного теста и затрачиваемое на выполнение тестового задания время в зависимости от должности.

После экспертизы тестовых заданий, кодификаторов и спецификаций, проведено пробное тестирование специалистов согласно предлагаемым модулям компетенций.

По результатам итогового тестирования персонала создана программа повышения квалификации специалистов компании.

Отметим, что на основе подобных методик в некоторых нефтегазодобывающих компаниях был запущен и отлажен механизм анализа эффективности работы сотрудников с проведением тестирования – как первичного, так и после повышения квалификации.

Результаты проведенного исследования можно свести к следующему:

- сформирован общий профиль компетенций на основе модели компетенций и структур рассматриваемых служб предприятия;
- разработаны кодификаторы и спецификации;
- создан банк тестовых заданий, прошедший экспертизу;
- сделан анализ сильных и слабых сторон в подготовке специалистов в целом по компании;
- выработаны рекомендации по совершенствованию программы повышения квалификации специалистов.

Данный алгоритм оценки компетентности специалистов может быть использован компанией в целях мотивации личностного и карьерного роста ее сотрудников

В ходе исследования решены следующие задачи:

- изучены с позиции системного подхода вопросы методологии и методов оценки компетентности персонала;
- сделан анализ различных теорий и моделей оценки профессиональной компетентности персонала;
- разработана модель оценки: кодификаторов и спецификаций, матрицы компетенций персонала;
- выработана методика оценки профессиональной компетентности специалистов нефтегазовой компании;
- произведена адаптация системы оценки профессиональной компетентности специалистов службы нефтегазовой компании;
- выполнена апробация системы оценки профессиональной компетентности специалистов нефтегазовой компании.

Полученные результаты исследования в данной области можно рассматривать как новое направление современного системного подхода к компетентностной оценке персонала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Философский принцип системности и системный подход // Вопросы философии. – 1978. – № 8. – С. 29–52.
2. Багриновский К.А., Матюшок В.М. Экономико-математические методы и модели (микроэкономика): Учеб. пособие – М.: Изд-во РУДН. ISBN 5209009521, 1999. – 183 с.
3. Жариков О.Н., Королевская В.И., Хохлов С.Н. Системный подход к управлению: Учеб. пособие для вузов – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001 г. – 62 с.
4. Попов В.Н. Касьянов В.С. Савченко И.П. Системный анализ в менеджменте: уч. пособие. – М.: КНОРУС, 2007. – 304 с.
5. Истомин Е.П., Соколов А.Г. Теория организаций: системный подход. Учебник. – СПб.: ООО «Андреевский издательский дом», 2009. – 314 с.
6. Шепталин Г.А., Шепталина Л.И. Общая теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 101 с.
7. Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Воробьева (Шевелева) Л.В., Худяков Д.В. Качественный отбор, набор и повышение потенциала кадров как фундамент для успеха нефтегазодобывающих компаний. // Горный журнал. – 2012. – № Специальный выпуск. – С. 15–18.
8. Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Воробьева (Шевелева) Л.В., Худяков Д.В. Аспекты оценки технических компетенций специалистов нефтегазодобывающих компаний // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2012. – Вып. 14. – С. 101–107.
9. Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Воробьева (Шевелева) Л.В., Худяков Д.В. Дифференцированный подход к оценке технических компетенций при формировании программ развития специалистов нефтегазодобывающих компаний // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2011. – Вып. 13. – С. 134–141.
10. Дмитриев А.Ю., Малышев В.В., Воробьева (Шевелева) Л.В., Худяков Д.В., Методология дифференцированного подхода к оценке технических компетенций при разработке программ развития специалистов нефтегазодобывающего сектора. // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 9. – С. 70–73.
11. Дмитриев А.Ю., Воробьева Л.В., Малышев В.В. Формирование программ повышения квалификации специалистов нефтегазодобывающих компаний на основе компетентностного подхода // Вестник РАЕН. Западно – Сибирское отделение, г. Томск. – 2010. – Вып. 12. – С. 105–115.
12. Зеер Э.Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход / Э.Ф. Зеер, А.М. Павлова, Э.Э. Сыманюк. – М.: МПСИ, 2005. – 180 с.
13. Разработка тестовых материалов: учеб.-метод. комплекс / Н.С. Михайлова, М.Г. Минин, Е.А. Муратова, Б.В. Илюхин. – Томск: ТПУ, 2008. – 282 с.
14. Михайлова Н.С., Минин М.Г., Муратова Е.А. Разработка фонда оценочных средств в проектировании образовательных программ: учеб. пособие. – Томск: ТПУ, 2007. – 213 с.

*Э.Е. Пугачёва*

## **МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ – ЭЛЕКТРОМЕХАНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАБОРАТОРНОЙ БАЗЫ, ОСНАЩЁННОЙ ОБОРУДОВАНИЕМ ООО «ИНГОРТЕХ»**

Проблема обеспечения безопасности труда при ведении работ на горных предприятиях является одной из важнейших в отрасли. Поэтому шахты всё больше внимания уделяют оснащению производства многофункциональными системами промышленной безопасности.

Подготовка грамотных специалистов, знакомых с новейшими разработками в этой области, является актуальной задачей кафедры Электромеханики Сибирского Государственного Индустриального Университета (СибГИУ). Решение указанной задачи осуществляется на основе договора о стратегическом сотрудничестве с разработчиком и производителем шахтного оборудования ООО «Информационные горные технологии» («Ингортех»), осуществляющего серийное производство систем промышленной безопасности и их внедрение на шахтах с последующим сервисным обслуживанием.

В настоящее время более 60 угольных шахт и рудников России оборудовано данными системами. Их основу составляют программно-технические комплексы, обеспечивающие аэрогазовый контроль, автоматическое проветривание тупиковых выработок, аварийное оповещение, позиционирование горнорабочих и транспорта, поиск людей, застигнутых аварией. На базе этих комплексов строятся шахтные автоматизированные системы оперативно – диспетчерского управления (АСОДУ) охватывающие одновременно все технологические и технические процессы в подземных выработках.

Новыми разработками «Ингортеха» являются многофункциональные системы безопасности угольной шахты, представляющие собой взаимосвязанный комплекс технических, технологических, инженерных и информационных систем, производственных мероприятий и персонала, которые реализуют проектные решения и обеспечивают снижение уровня риска аварий до допустимого. В основу их построения положена современная концепция безопасности, которая широко и успешно применяется во всём мире на опасных производствах и описана в действующих в России стандартах группы ГОСТ Р МЭК 61508.

В рамках договора о стратегическом сотрудничестве ООО «Ингортех» оснастил две лаборатории кафедры Электромеханики новейшим оборудованием шахтной безопасности: многофункциональными газоаналитическими системами с многоуровневой структурой; аппаратурой шахтной автоматики, стволовой сигнализации и связи; системой позиционирования горнорабочих и транспорта; комплексом аварийного оповещения и селективного вызова горнорабочих; системой многофункциональной связи; аппаратурой индуктивной связи по канату в подъёмных установках шахт; системой поиска людей, застигнутых аварией; малогабаритными головными светильниками; переносными измерительными приборами аэрогазового контроля.

Указанные системы представляют собой сложные технические комплексы и требуют высококвалифицированного обслуживания. Поэтому в задачу подготовки специалистов – электромехаников входит обучение студентов основам знаний о шахтных информационно – управляющих системах (ШИУС) и практическим навыкам обращения с современной аппаратурой.



Поскольку ШИУС представляет собой сложнейший комплекс программного управления и технических устройств различного назначения, студенты должны обладать глубокими знаниями в области электроснабжения, автоматизации, электроники, информатики, а также освоить навыки и умения работы с современной техникой. В процессе учебных занятий они имеют возможность изучить работу ШИУС непосредственно на действующих установках: получить представление о программируемых контроллерах, научиться пользоваться переносными измерительными приборами аэрогазового контроля, мобильными системами мониторинга атмосферы и др.

Главной трудностью в обучении является выбор оптимальной формы подачи большого объёма теоретического материала, являющегося базой для понимания студентами принципов построения современных информационно – управляющих систем. Однако видя перед собой, например, представленную в лаборатории шахтную многофункциональную газоаналитическую систему с многоуровневой структурой «Микон-3» в качестве примера практической реализации этих принципов, студенты легче усваивают теоретическую информацию и получают глубокие знания об устройстве реальных производственных управляющих систем в различных областях промышленности.

Лаборатории, оснащённые реальным оборудованием, используемом на производстве, помогают преподавателям кафедры добиться наилучших результатов в подаче теоретического материала, способствуют формированию у студентов глубоких знаний о шахтных информационно – управляющих системах и умению работать с ними. Это позволяет кафедре Электромеханики обеспечивать высокий уровень подготовки выпускников.

Располагая современными целевыми лабораториями, кафедра имеет возможность помимо качественного обучения студентов проводить профессиональную переподготовку специалистов по сервисному и техническому обслуживанию ШИУС в рамках программы повышения квалификации специалистов – производственников. Такие занятия системно проводятся на кафедре по договорам с предприятиями области, позволяя интенсивно использовать дорогостоящее оборудование.

Получить ценный опыт общения с разработчиками ШИУС и эксплуатирующими их производственниками студентам позволяет участие в семинарах и научно-практических конференциях, организуемых кафедрой Электромеханики совместно с ООО «Ингортех».

Конференции проводятся с участием сотрудников «Ингортеха», представителей горнодобывающих предприятий Кузбасса, преподавателей, студентов и аспирантов кафедры. Тематикой конференций является представление разработчиками «Ингортеха» новых моделей систем шахтной безопасности, а также диалог о качестве продукции фирмы с представителями шахт, эксплуатирующее соответствующее оборудование.

На конференции представители «Ингортеха» в Новокузнецке освещают особенности эксплуатации многофункциональных систем безопасности на угольных предприятиях Кузбасса. Представители предприятий рассказывают разработчикам о проблемах, связанных с эксплуатацией этих систем на шахтах области, то есть создатели систем имеют возможность получения ценной информации, необходимой им для совершенствования разработок.

Участие в конференциях даёт студентам возможность узнать о новейших достижениях известной фирмы – производителя, что необходимо современному грамотному инженеру, а также увидеть реальные проблемы, возникающие на производстве в про-

цессе эксплуатации сложного оборудования, изучить механизм взаимодействия работников и эксплуатационников.

Решение задачи повышения качества подготовки специалистов для современного горного производства требует оснащения учебных лабораторий реальными устройствами автоматизации, работающими по программам, близким к производственным. Наличие указанных условий обеспечивает выпускникам необходимый уровень приобретённых в процессе обучения знаний и опыта.

УДК 330.322(075)

*В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНВЕСТИЦИЙ В ТРУДОВУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Эффективность трудовой деятельности правомерно рассматривать как часть эффективности общественного производства, поскольку труд является одним из важнейших факторов производства. В экономической теории эффективность определяется, исходя из поставленных целей, как функция достигнутых результатов и затраченных на это ресурсов (рисунок 1) [1, 2, 5].

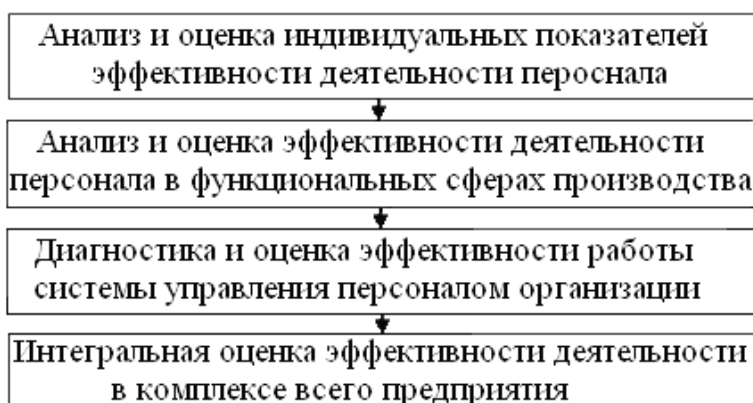


Рисунок 1 – Оценка эффективности систем управления персоналом

Академик Т.С. Хачатуров, разработавший современную методологию расчета эффективности общественного производства, отмечает: «Эффективность и социальная, и экономическая представляет собой отношение экономического или социального эффекта к необходимым на его достижение затратам».

В настоящее время нет единого подхода к проблеме измерения эффективности трудовой деятельности. Анализ научных концепций позволяет выделить несколько методических подходов к оценке эффективности трудовой деятельности. Рассмотрим основные показатели экономической эффективности [1, 2].

В общем виде коэффициент экономической эффективности рассчитывается как отношение экономии (прибыли) от внедрения конкретного результата к затратам на его создание по формуле (1):

$$E = \mathcal{E}/Z, \quad (1)$$

где  $E$  – экономическая эффективность, доли;  $\mathcal{E}$  – экономия или прибыль, руб.;  $Z$  – затраты на создание экономии, руб.

**Пример расчета:**  $\mathcal{E} = 500\,000$  руб.,  $Z = 2\,000\,000$  руб. Тогда:  
 $E = 500\,000 / 2\,000\,000 = 0,25$ .

Таким образом, эффективность является относительным показателем, измеряемым в долях. Нельзя путать эффективность с результативностью и производительностью. **Результативность** – это достижение конкретного результата в установленные сроки, измеряемая в натуральных единицах (шт., руб., кг). **Производительность** – это отношение объема выпущенной продукции к общей численности работников с единицей измерения руб./чел.

Срок окупаемости затрат  $T$  показывает, за сколько лет окупаются капитальные затраты, и рассчитывается как отношение капитальных затрат к получаемой экономии (прибыли) по формуле:

$$T = Z/\mathcal{E}, \quad (2)$$

Приведенные затраты весьма удобны для расчета эффективности мероприятий по внедрению НОТ и проектов НТП, оценке вариантов бизнес-плана, совершенствованию управления, использованию различных вариантов вычислительной техники. Они позволяют сравнивать текущие и капитальные затраты различных мероприятий по формуле:

$$\Pi_i = C_i + K_i \cdot E, \quad (3)$$

где  $\Pi_i$  – приведенные затраты по  $i$ -му варианту, руб.;  $C_i$  – текущие (эксплуатационные, переменные) затраты по  $i$ -му варианту;  $K_i$  – капитальные затраты по  $i$ -му варианту, руб.;  $E$  – коэффициент экономической эффективности затрат, доли.

**Пример расчета.** Сравним два различных варианта использования вычислительной техники – АРМ инженера по персоналу со следующими исходными данными:

1-й вариант:  $C_1 = 60\,000$  руб.;  $K_1 = 50\,000$  руб.

2-й вариант:  $C_2 = 50\,000$  руб.;  $K_2 = 60\,000$  руб.

$E$  принимает по обоим вариантам  $E = 0,25$ . Сделаем расчет приведенных затрат:

$\Pi_1 = 60\,000 + 50\,000 \times 0,25 = 72\,500$  руб.  $\Pi_2 = 50\,000 + 60\,000 \cdot 0,25 = 65\,000$  руб.

Очевидно, что второй вариант более выгодный, т.е. увеличение капитальных затрат приведет к снижению текущих расходов и даст снижение приведенных затрат на 7500 руб.

Годовой экономический эффект позволяет оценить реальную выгоду от внедрения мероприятия в конкретном году. Этот показатель рассчитывается как разница между условно-годовой экономией  $\mathcal{E}_{\text{уг}}$  и долей капитальных затрат, относимых на этот год по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - K_i \cdot E, \quad (4)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{год}}$  – годовой экономический эффект от внедрения мероприятия.

Для нашего примера расчета:  $\mathcal{E}_{\text{уг}} = 500\,000$  руб./год,  $K = 2\,000\,000$  руб.,  $E = 0,2$  (изменяем для получения эффекта).

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 500\,000 - 2\,000\,000 \cdot 0,2 = 100\,000 \text{ руб./год.}$$

Внедрение данного мероприятия экономически целесообразно.

Дисконтированные затраты весьма необходимы, когда имеет место реализация долгосрочного проекта при различных годовых значениях инвестиций, неравных процентах платы за банковский кредит, а также в условиях инфляции, превышающей 5% годовых и таким образом оказывающей влияние как на инвестиции, так и на ожидаемый годовой экономический эффект. Дисконтированные затраты за срок жизни проекта рассчитываются по формуле:

$$S = S_0 + \frac{S_1}{(1+r)^1} + \frac{S_t}{(1+r)^t} + \dots + \frac{S_n}{(1+r)^n}, \quad (5)$$

где  $S$  – сумма дисконтированных затрат, руб.;  $S_0$  – единовременные (инвестиционные) затраты, осуществляемые к началу первого года;  $S_1, S_2, \dots, S_t, \dots, S_n$  – затраты по расчетным периодам времени, гг.;  $r$  – ставка дисконта, в долях;  $t$  – год понесенных инвестиционных затрат;  $n$  – продолжительность жизни (реализации) проекта в расчетных периодах.

Если затраты по расчетным периодам на протяжении срока жизни проекта примерно одинаковы, то формула для суммы дисконтированных затрат принимает другой вид:

$$S = S_0 + S_t \cdot F_S(r, n), \quad (6)$$

где  $S_t$  – средние затраты за каждый расчетный период (год);  $F_S(r, n)$  – пятая функция денежной единицы «текущая стоимость единичного аннуитета».

Рассмотрим конкретную ситуацию. На заводе имеется парк оборудования, состояние которого таково, что нужно:

- капитально отремонтировать оборудование и использовать дальше (первый проект);
- заменить старое оборудование на новое – без ремонта (второй проект).

При первом проекте  $S_0$  складывается из остаточной стоимости старого оборудования с учетом его капитального ремонта. В последующие годы имеют место текущие операционные расходы по его эксплуатации и мелкому ремонту. Все остальные операционные расходы в обоих вариантах считаются одинаковыми и в расчет не принимаются. Таким образом, сумма дисконтированных затрат в первом проекте  $S_1$  составляет:

$$S_1 = S_{oc} + S_{кр} + S_{гмо} \cdot F_S(r, n), \quad (7)$$

где  $S_{oc}$  – остаточная стоимость оборудования, руб.;  $S_{кр}$  – стоимость капитального ремонта, руб.;  $S_{гмо}$  – годовые затраты на техническое обслуживание оборудования после капитального ремонта, руб.

При втором проекте  $S_0$  – это инвестиции на демонтаж старого оборудования, приобретение и монтаж нового оборудования по первоначальной стоимости за вычетом стоимости реализованного старого оборудования. Сумма дисконтированных затрат при втором проекте  $S_2$  составляет:

$$S_2 = (S_{п} - S_{oc}) + S_{2то} \cdot F_S(r, n), \quad (8)$$

где  $S_{п}$  – первоначальная стоимость нового оборудования, руб.;  $S_{oc}$  – остаточная стоимость старого оборудования после реализации (или утилизации), руб.;  $S_{2то}$  – среднегодовые затраты на обслуживание нового оборудования, руб.

Капитальное обновление оборудования эффективно, если суммарные дисконтированные затраты по второму проекту меньше, т.е.  $S_2 < S_1$ . В противном случае эффективен первый проект капитального ремонта. Подставим формулы расчета  $S_1$  и  $S_2$  в полученное неравенство, произведем необходимые преобразования и получим новую формулу:

$$S_n < 2S_{oc} + S_{кр} + (S_{1то} - S_{2то}) \cdot F_S(r, n). \quad (9)$$

**Пример расчета.** В цехе имеется 12 станков, их остаточная стоимость  $S_{oc} = 66\,000$  руб. Капитальный ремонт станков обойдется в сумму  $S_{кр} = 46\,000$  руб. Затраты на обслуживание отремонтированного оборудования составляют  $S_{1то} = 20\,000$  руб., а затраты на техобслуживание нового оборудования  $S_{2то} = 16\,000$  руб., ставка дисконта:  $r = 0,19$ . Срок жизни проекта  $n = 5$  лет. Пятая функция  $F_S(r = 0,19, n = 5) = 3,05763$ .

Решение:  $S_n = 2 \cdot 66\,000 + 46\,000 + (20\,000 - 16\,000) \cdot 3,05763 = 190\,000$  руб.

Вывод. Если новые станки стоят более 190 000 руб., то выгоднее вариант капитального ремонта (вариант 1-й).

**Инвестиции для социальной эффективности труда** [1, 3, 4]. Сторонники данного подхода считают, что эффективность трудовой деятельности в значительной степени определяется организацией работы персонала, мотивацией труда, социально-психологическим климатом в коллективе, т. е. больше зависит от форм и методов работы с персоналом.

Наметившиеся в начале XXI века изменения в корпоративном управлении, вызванные глобализацией рынков и структуры промышленности, сдвигами в архитектуре рабочих мест и демографии рабочей силы, ориентацией на высокие доходы собственников, быстрыми и непрерывными организационными и технологическими изменениями, являются стратегическими. Они охватывают не только бизнес в целом, но и организацию кадровой работы в корпорациях.

**В сфере человеческих ресурсов организации:**

- от узкой специализации и ограниченной ответственности за порученную работу – к широким профессиональным и должностным профилям;
- от спланированного карьерного пути – к информированному и гибкому выбору траектории профессионального развития;
- от ответственности менеджеров за развитие персонала – к ответственности самих работников за собственное развитие;
- от контроля над возникающими у работников проблемами, – к созданию возможностей для всестороннего профессионального роста каждого работника;
- уклонение от обратной связи с подчиненными – к активному поиску;
- от секретного рассмотрения факторов успеха, вакантных рабочих мест и отбора специалистов – к открытому обсуждению уровня компетентности работников, имеющихся вакансий и путей их заполнения.



Рисунок 2 – Уровень удовлетворенности работников предприятия

С одной стороны, эти сдвиги, затрагивая в первую очередь стратегию корпорации, превращают кадровые стратегии в ее ключевой элемент. С другой стороны, без ясно сформулированных стратегических целей корпорации и основных путей их достижения кадровая работа теряет свой смысл. И если стратегия корпорации не «артикулирована», менеджер по персоналу должен по крупицам собирать информацию о ее

важнейших компонентах: ключевые факторы внешней и внутренней среды, стратегические направления, ожидаемые финансовые результаты, стратегические угрозы и риски, стратегии поведения на рынке услуг и сбыта продукции, стратегии развития производства, сегментация жизненно важных рынков и основные тенденции их реструктурирования.

Доскональное и постоянно обновляемое знание о состоянии дел в бизнесе предприятия становится решающим элементом профессиональной компетентности специалиста по человеческим ресурсам. Без этого знания невозможно разработать и реализовать жизнеспособную кадровую стратегию, которая должна быть хорошо спланированным ответом на бизнес-стратегию корпорации, что отражено в таблице 1 [3–5].

Таблица 1 – Характеристика условий эффективности и особых затруднений

<i>Условия эффективности</i>	<i>Особые затруднения</i>
<b>в рамках экономического подхода</b>	
<i>Четкая задача для исполнения</i>	Сложность адаптации к меняющимся условиям
<i>Среда достаточно стабильна</i>	Неповоротливая бюрократическая надстройка (строгая заданность и иерархичность управленческой структуры, затрудняющая принятие креативных и самостоятельных решений исполнителями при изменении ситуации)
<i>Производство одного и того же продукта</i>	Если интересы работников возьмут верх над целями организации, возможны нежелательные последствия (поскольку мотивация персонала сводится исключительно к внешнему стимулированию, то даже незначительных изменений в схеме стимулирования достаточно для непредсказуемых последствий)
<i>Человек согласен быть деталью машины и ведет себя как запланировано</i>	Такое воздействие на работников (использование ограниченных возможностей персонала может быть эффективным при низкоквалифицированном труде)
<b>в рамках органического подхода</b>	
<i>Подчинение целей организации взаимодействию с окружающей средой</i>	Не учет социальности организации как продукта взглядов, идей, норм и верований
<i>Улучшение управления за счет внимания к дифференцированным потребностям</i>	Превращение людей в ресурс, который нужно развивать, в ущерб праву личности на выбор
<i>Взгляд на организацию с точки зрения взаимодействия целей, стратегии, структуры и других измерений</i>	Предположение о «функциональном единстве», когда все подразделения работают на благо организации в целом
<i>Выделение различных подсистем организации</i>	Предположение о том, что работники должны удовлетворять все свои потребности через организацию
<i>Учет естественных возможностей в процессе инновации</i>	Опасность впасть в социальный дарвинизм

Как видно, состав показателей достаточно всесторонне отражает социальную эффективность труда, причем некоторые показатели являются комплексными, требующими сбора оперативной информации на основе конкретных социологических исследований. В ряде организаций с низким уровнем механизации производства, а также на вновь созданных малых предприятиях преобладает подход к персоналу как к производственному ресурсу без понимания значимости социального менеджмента, что также затрудняет внедрение прогрессивных методик и использование социальных резервов эффективного труда.

Рассмотрим методику расчета наиболее важных показателей инвестиций в социальную эффективность труда. Средняя заработная плата одного работника определя-

ется как отношение общего фонда оплаты труда за плановый период к среднесписочной численности сотрудников организации по формуле:

$$Z_{\text{ср}} = \Phi_{\text{от}} / Ч_{\text{ср}}, \quad (10)$$

где  $Z_{\text{ср}}$  – средняя заработная плата одного работника, руб./чел.;  $Ч_{\text{ср}}$  – среднесписочная численность работников организации, чел.;  $\Phi_{\text{от}}$  – общий фонд оплаты труда работников организации, руб.

**Пример расчета** за год:  $\Phi_{\text{от}} = 756\,000\,000$  руб.,  $Ч_{\text{ср}} = 3917$  чел., тогда  $756\,000\,000 / 3917$  чел. = 193 005 руб./чел., или 16084 руб./мес.

Таким образом, годовая оплата труда одного работника составляет 193 005 руб./чел., а среднемесячная – 16 084 руб./чел.

Это весьма важный показатель для планирования и учета, который сопоставляется со средней заработной платой в регионе, прожиточным минимумом и средней заработной платой организаций-конкурентов. Удельный вес фонда оплаты труда в выручке организации имеет большое значение, т.к. позволяет судить об уровне интенсификации (эксплуатации) труда и экономически обоснованной его доле в структуре затрат. Этот показатель рассчитывается как отношение общего фонда оплаты труда к выручке организации за сопоставимый период времени по формуле:

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{от}} \cdot 100 / В, \quad (11)$$

где  $\Delta\Phi$  – удельный вес фонда оплаты труда в выручке, доли или %;  $В$  – общий объем выручки (объем продаж, объем реализованной продукции), принятый в системе бухгалтерского учета организации, руб.

**Пример расчета** за год:  $\Phi_{\text{от}} = 756$  млн. руб.;  $В = 3\,920$  млн. руб. Тогда:  $\Delta\Phi = 756 / 3920 = 0,193$  или 19,3 %.

Численные значения  $\Delta\Phi$  находятся в диапазоне от 0,15 – для крупных материалоемких и механизированных предприятий до 0,45÷0,50 – для научно-консалтинговых организаций. Однако в последнем случае рентабельность таких организации будет близка к нулю.

Темпы роста заработной платы рассчитываются как отношение средней заработной платы за плановый и базисный периоды времени по формуле:

$$\dot{O}_z = Z_2 \cdot 100 / Z_1; \quad \dot{O}_z \geq (100 + \dot{E}_2), \quad (12)$$

где  $T_3$  – темпы роста заработной платы в плановом периоде по отношению к отчетному, %;  $Z_1, Z_2$  – соответственно, средняя заработная плата одного работника в отчетном и плановом периодах, руб.;  $I_2$  – уровень инфляции в плановом году, %.

В случае отсутствия можно принять инфляцию отчетного года.

**Пример расчета** за год:  $Z_1 = 193\,000$  руб.,  $Z_2 = 206\,510$  руб.,  $I_2 = 7$  %.

$T_3 = 206510 \cdot 100 / 193000 = 110$  %; т. е.  $T_3 < 107$  %.

В данном примере увеличение заработной платы как бы «съедается» плановой инфляцией. Поэтому в плане необходимо предусмотреть увеличение средней зарплаты на 8-10 % за счет внедрения внутренних резервов эффективности (роста производительности труда, сокращения материальных затрат, сокращения накладных расходов, увеличения объемов производства и др.).

Уровень трудовой дисциплины является важным социальным показателем, характеризующим отношение числа случаев нарушения трудовой и исполнительской дисциплины к общей (среднесписочной) численности персонала, и рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{дä}} = \frac{(\dot{I}_{\text{дä}} + \dot{I}_{\text{оä}})}{\times_{\text{нä}}} \cdot 100, \quad (13)$$

где  $U_{\text{тд}}$  – уровень трудовой дисциплины за отчетный период, %;  $N_{\text{тд}}$  – число случаев нарушения трудовой дисциплины, зафиксированных в приказах кадровой службы (замечания, выговоры), ед.;  $N_{\text{ид}}$  – число случаев нарушения исполнительской дисциплины, зафиксированных в приказах и распоряжениях руководства организации, ед.;  $Ч_{\text{ср}}$  – общая (среднесписочная) численность сотрудников организации за отчетный период, чел.

**Пример расчета** за год:  $N_{\text{тд}} = 440$  ед.,  $N_{\text{ид}} = 830$  ед.,  $Ч_{\text{ср}} = 3917$  чел. Тогда:

$$U_{\text{тд}} = (440 + 830) \cdot 100 / 3917 = 32 \%$$

Текучесть персонала также является весьма важным социальным показателем, характеризующим отношение числа уволенных работников к общей численности персонала за отчетный период, и определяется по формуле:

$$T_{\text{п}} = Ч_{\text{у}} \cdot 100 / Ч_{\text{ср}}, \quad (14)$$

где  $T_{\text{п}}$  – текучесть персонала (рабочих кадров) за отчетный период, %;  $Ч_{\text{у}}$  – число уволенных из организации по собственному желанию и за нарушение статей ТК РФ, чел. Из этого числа исключаются уволенные по уважительным причинам (призыв в армию, переезд на новое место жительства).

**Пример расчета:**  $Ч_{\text{у}} = 420$  чел.,  $Ч_{\text{ср}} = 3917$  чел.

$$T_{\text{п}} = 420 \times 100 / 3917 = 10,7 \%$$

Таким образом, инвестиционная деятельность предприятия, направленная на снижение текучести кадров, может оказать непосредственное влияние на повышение эффективности производства в целом. Поэтому работа с увольняющимися и разработка мероприятий по сокращению текучести кадров являются важными элементами работы с персоналом. Потери рабочего времени свидетельствуют о сокращении нормативного фонда времени организации по различным причинам и негативно влияют на конечные результаты производства (выручка, прибыль, производительность) и рассчитываются как сумма потерь времени из-за болезни работников, целодневных и вынужденных простоев, административных отпусков и других причин по формуле:

$$T_{\text{пот}} = \frac{T_{\text{бол}} + T_{\text{цвп}} + T_{\text{аод}}}{\times \text{чел.}} \quad (15)$$

где  $T_{\text{пот}}$  – общие потери рабочего времени на одного работника организации за отчетный период, чел. дн./чел.;  $T_{\text{бол}}$  – потери рабочего времени по причинам болезни, определенные кадровой службой на основе листов по нетрудоспособности, чел. дн.;  $T_{\text{цвп}}$  – потери времени из-за целодневных и вынужденных простоев организации, зафиксированные в табелях рабочего времени, чел. дн.;  $T_{\text{аод}}$  – потери рабочего времени из-за административных отпусков, прогулов работников и других причин, чел. дн.

**Пример расчета** за год:  $T_{\text{бол}} = 27\,440$  чел. дн.,  $T_{\text{цвп}} = 11\,760$  чел. дн.,  $T_{\text{аод}} = 7840$  чел. дн.,  $Ч_{\text{ср}} = 3917$  чел. Тогда:

$$T_{\text{пот}} = (27440 + 11760 + 7840) / 3917 = 12 \text{ чел. дн./чел.}$$

Таким образом, потери рабочего времени на одного работника составили 12 чел. дн.

Социально-психологический климат является одним из важнейших показателей социальной эффективности труда. Он определяется на основе конкретных социологических исследований специалистов и, к сожалению, не является плановым и отчетным показателем работы организации. Надежность работы персонала – один из основных показателей социальной эффективности. Он характеризует работу без срывов и брака, слаженную работу всех подразделений, своевременное и качественное принятие управленческих решений. Значительный вклад в разработку теории надежности систем управления внес профессор В.С. Кулибанов [3–5]. Им предложена методология



расчета надежности управления, проведены экспериментальные исследования и предложена формула расчета интегрального показателя:

$$R(t) = e^{-k t^\mu}, \quad (16)$$

где  $R$  – надежность управления, доли;  $t$  – время на выработку решения;  $e$  – основание натурального логарифма;  $k$  – величина, характеризующая класс сложности задач. Принимает на практике значения от 0 до 10;  $\mu$  – постоянная величина времени, характеризующая количественную оценку недостатков рассматриваемой системы.

Равномерность загрузки персонала является важным показателем эффективной трудовой деятельности. Коэффициент равномерности загрузки характеризует соотношение потерь рабочего времени и перегрузок работников в общей трудоемкости и определяется по формуле (17):

$$\hat{E}_\delta = 1 - \frac{(\dot{O}_{\text{пот}} + \dot{O}_{\text{пер}})}{\dot{O}_{\text{общ}}}, \quad (17)$$

где  $K_p$  – коэффициент равномерности загрузки персонала, доли;  $T_{\text{пот}}$  – потери рабочего времени персонала, чел. ч. Определяются совокупностью используемых методов на производстве;  $T_{\text{пер}}$  – перегрузки работников, т.е. работа за пределами 8-часового рабочего дня, чел. ч. Определяются аналогичными методами;  $T_{\text{общ}}$  – общая трудоемкость персонала, чел. ч. Определяется как произведение численности работников на фонд рабочего времени (2000 чел. ч):  $T_{\text{общ}} = 2000 \times \text{Ч}_{\text{ср}}$ .

**Пример расчета** за год:  $T_{\text{пот}} = 832000$  чел. ч.;  $T_{\text{пер}} = 624000$  чел. ч.;  $\text{Ч}_{\text{ср}} = 3917$  чел.,  $T_{\text{общ}} = 2000 \times 3917 = 7\,834\,000$  чел. ч. Тогда:

$$K_p = 1 - (832000 + 624000) / 7\,834\,000 = 0,814.$$

Коэффициент равномерности загрузки равен 0,814, при этом суммарные потери и перегрузки в общей трудоемкости составляют 18 % времени. Рекомендуемые значения равномерности загрузки составляют: для руководителей – 0,80; специалистов – 0,85; служащих – 0,90; рабочих – от 0,8 до 0,9.

#### **Критерии эффективности управления персоналом.**

Для такого крупного предприятия как металлургический комбинат, изучение эффективности управления персоналом играет немаловажную роль. Люди, принимающие участие в процессе производства и управления являются важным элементом процесса функционирования предприятия. При таком многочисленном штате сотрудников как на металлургическом предприятии, большое значение имеют показатели качества персонала, затрат на персонал, удовлетворенность персонала работой и отдачи, получаемой от его использования. К данной группе критериев следует отнести:

#### **Критерии качества персонала:**

- коэффициент текучести среди разных категорий персонала;
- численность работников в группах с различным стажем для основных категорий персонала, средний возраст сотрудников;
- уровень образования для разных групп работников (стаж, возраст, профессия), результаты ежегодного опроса работников, направленного на определение их удовлетворенности основными сторонами работы; процентное соотношение различных категорий.

#### **Критерии, характеризующие затраты на персонал:**

- процент затрат на обучение и повышение квалификации сотрудников от фонда оплаты труда;
- доля расходов на персонал в структуре общих расходов компании;

- средняя зарплата в компании по основным категориям работников;
- процент, который составляет фонд оплаты труда от общего объема продаж (общей прибыли) компании,
- процент затрат на оплату труда в структуре затрат предприятия; процент затрат на финансирование социального пакета от фонда оплаты труда.

Представленные критерии сведены в таблицу 2.

Каждый из представленных критериев характеризует ту или иную сторону деятельности персонала на предприятии. Для таких крупных предприятий как металлургические комбинаты наиболее важным является изучение системы показателей и выделение основных критериев. Комплексное их изучение, анализ и сравнение их в динамике позволит дать оценку эффективности управления развитием предприятия.

Таблица 2 – Критерии эффективности управления развитием предприятия

<i>Группа критериев</i>	Критерии и показатели
1. Критерии эффективности производственно - хозяйственной деятельности.	- объем производства в целом по предприятию и по подразделениям, их динамика; - себестоимость проданных товаров, продукции, работ, услуг; - затраты на рубль реализованной продукции, работ, услуг. - прибыль от реализации товаров, работ, услуг; рентабельность продукции, активов, собственного капитала; - цены на продукцию, работы, услуги, их динамика, факторы на них влияющие; - производительность труда.
2. Инновационность	- объём производства новых товаров; - доля новых товаров в общем объеме; - введение нового оборудования.
3. Позиция на рынке	- занимаемая фирмой доля рынка в отрасли, в стране, мире; - основные направления реализации продукции. - известность торговой марки фирмы; - спрос на товар.
4. Критерии эффективности управления персоналом.	- показатели качества персонала - затраты на персонал - затраты заработной платы на руб. товарной продукции

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстров В.А. Экономическая оценка инвестиций в трудовую деятельность: Учеб. пособие. СибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – 330 с.
2. Быстров В.А. Эффективность инновационных решений в промышленности / В.А. Быстров, Н.И. Новиков, Д.В. Подъяпольский // Отв. ред. В.В. Титов, В.А. Быстров. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2011. – 472 с.
3. Егоршин А.П. Организация труда персонала / А.П. Егоршин, А.В. Зайцев: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 320 с.
4. Лобанова Т.Н. Социальные механизмы мотивации труда // Управление в кредитной организации. – 2010. – №6(58). –С. 98–108.
5. Одегов Ю.Г. Оценка эффективности работы с персоналом: методологический подход: Учебно-практическое пособие / Ю.Г. Одегов, К.Х. Абдурахманов, Л.Р. Котова. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2011. – 752 с.

*В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин*

## **МЕХАНИЗМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ С ПОЗИЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА**

Металлургия является базовой отраслью экономики России. Доля металлургии в ВВП РФ порядка 5 %, в промышленном производстве – 17,3 %, в экспорте – 14,2 %, в налоговых платежах в бюджеты всех уровней – 9 %. На нужды производства металлургия потребляет 32 % вырабатываемой в России электроэнергии, 25 % добываемого природного газа, 10 % нефти и нефтепродуктов, удельный вес в грузовых железнодорожных перевозках около 20 % [1–3]. В настоящее время по производству стали Россия занимает пятое место в мире (уступая Китаю, Японии, США и Индии), а по экспорту металлопродукции (экспорт стального проката в 2010 г. составил порядка 29,8 млн. т) – четвертое место в мире (Китай – 66,4 млн. т, Япония – 35,6 млн. т, Украина – 30,3 млн. т). По производству и экспорту алюминия Россия уступает только США, по производству никеля занимает первое место, по производству титана – второе.

В ряде случаев специфические особенности металлургии (высокая капиталоемкость производства, длительные инвестиционные лаги) могут стать ограничителем экономического развития страны. Потенциал металлургии в части вовлечения в народнохозяйственное использование природных ресурсов, производственные мощности крупнейших металлургических комбинатов используются практически полностью. Несмотря на адаптацию отечественной металлургии к рыночным условиям, ее технико-технологический уровень и конкурентоспособность ряда видов металлопродукции нельзя считать удовлетворительными.

Главной целью развития металлургии в России на период до 2015 года, согласно разработанной Стратегии, является *создание условий развития экономики на основе инновационного обновления отрасли*, обеспечивающего повышение ее экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсосбережение и повышение конкурентоспособности продукции в требуемых экономике номенклатуре, качестве и объемах поставок на внутренний рынок (с учетом перспектив развития металлопотребляющих отраслей) и на рынки стран СНГ и мировой при максимально возможном балансе государственных интересов России, ее регионов и конкретных акционерных обществ [4–7].

Потребление готового проката черных металлов, согласно Стратегии, по реалистическому варианту прогноза в 2020 г. возрастет по отношению к уровню 2010 г. на 66,7 % и на 48,4 % в 2015 г.

Сохранится тенденция прогрессивных изменений в сортаментной структуре потребления готового проката в связи с опережающим развитием производств, использующих листовую прокат. Доля листового проката в общем производстве проката увеличится с 43,8 % в 2010 г. до 48,0 % в 2015 г. При условии ускоренного развития станкостроения можно также ожидать повышения спроса на сортовой прокат из легированной стали – инструментальной, подшипниковой, коррозионностойкой. Прогнозируется рост производства и потребления жести и проката с покрытиями – в 2015 г. в 1,7 раз против уровня 2010 г. и в 2020 г. – в 2,8 раза, что отражено на рисунке 1 [1–3].

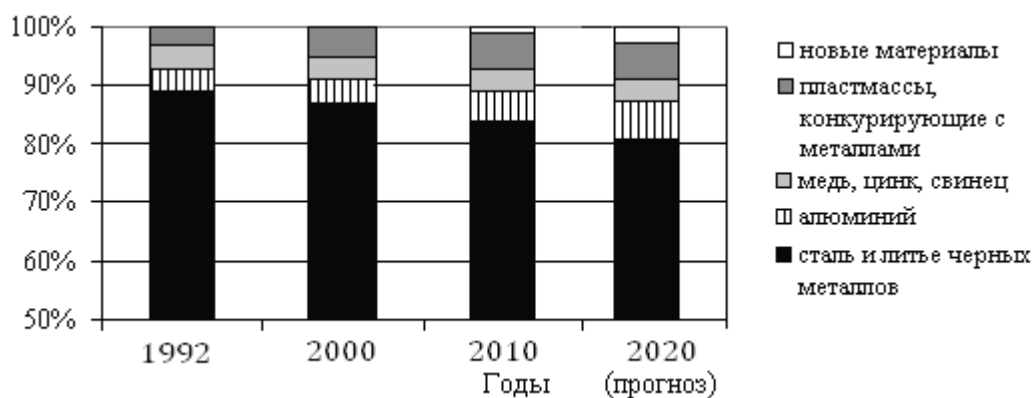


Рисунок 1 – Структура потребления основных материалов

К внешним факторам, сдерживающих развитие металлургического комплекса в России, относятся:

- недостаточная востребованность металлопродукции на внутреннем рынке вследствие его низкой емкости, прежде всего отраслей машиностроения и металлообработки;
- высокие объемы российского импорта машин, оборудования, механизмов;
- низкая восприимчивость внешних рынков к российской металлопродукции высоких переделов;
- резкое усиление экспансии Китая и других стран юго-азиатского региона на мировых рынках металлопродукции;
- негативные последствия при вступлении России в ВТО для основных металлопотребляющих отраслей, замедление темпов их роста.

В Стратегии отмечается, что конкурентные преимущества российских металлургических компаний будут со временем сокращаться. В настоящее время, определяющее значение для обеспечения экономической конкурентоспособности российской металлопродукции на мировых рынках имеют более низкий уровень заработной платы, существенно меньшая стоимость энергоносителей, более низкие амортизационные отчисления, низкие экологические платежи.

Для устранения или минимизации отрицательного воздействия указанных проблем Стратегия предусматривает в качестве основополагающей цели инновационно-активное развитие металлургической отрасли промышленности [4–7], направленное на повышение качества и конкурентоспособности металлопродукции, а также на создание новых ее видов, в том числе повышенной степени готовности. Структурные изменения в металлургии заметно отстают от процессов, наблюдаемых в развитых странах. В данном случае очевидны проблемы изменения конечного народнохозяйственного спроса на металл последнего десятилетия, что показано на рисунке 2. Более 40 % продукции черной металлургии направляется на экспорт; в свою очередь, в РФ импортируется более 15 млн. т металла в виде готовой продукции – машин, оборудования, металлоизделий.

Потенциал металлургии как важного фактора экономического роста пока еще не в полной мере востребован народным хозяйством России. Как показывает мировой опыт, мультипликативный эффект от развития черной металлургии значительно превышает непосредственные результаты ее функционирования в виде объемов прибыли, налоговых платежей и т. д. Для производства 1 млрд. руб. ВВП Российской Федерации требуется около 2,5 тыс. т стали, в том числе 0,3 тыс. т труб. На каждый рубль поставок продукции из черной металлургии приходится около 11 руб. стоимости, создавае-

мой в машиностроении, и 22÷25 руб. стоимости в строительстве. Однако достигнутые в РФ показатели примерно в 7÷9 раз ниже, чем в США или странах ЕС [4–7].

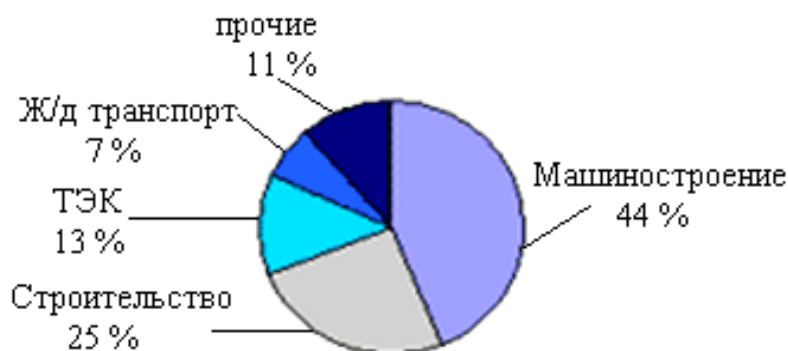


Рисунок 2 – Оценка структуры потребления черных металлов в России

Результаты финансово-экономической деятельности металлургического комплекса определяются итогами работы в основном трех комбинатов – ММК, НЛМК, «Северсталь». Они обеспечивают 52,3 % всего производства проката в стране, формируют 60 % прибыли. Обладают современным производственным аппаратом и отличаются высоким уровнем загрузки мощностей – свыше 96 %. К ним по основным показателям подтягиваются и другие интегрированные компании: «ЕвразХолдинг», включая ЗСМК и НКМК, «Мечел», предприятия других крупных холдингов ОЭМК, «Уральская сталь» (рисунок 3), на которые приходится 36,2 % выпуска проката в стране и 21 % прибыли. Уровень загрузки мощностей на данных предприятиях составляет около 90 %, что связано с проводимой реконструкцией производства.

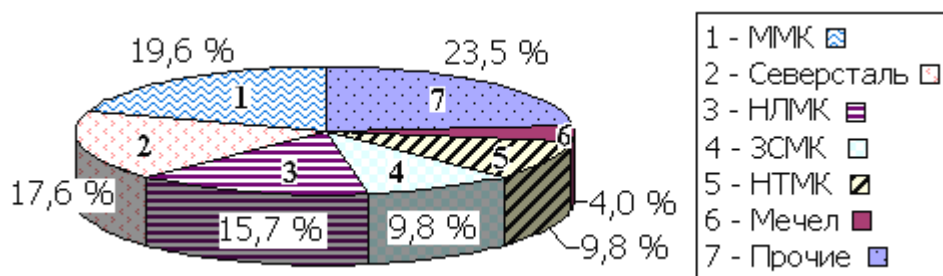


Рисунок 3 – Доля крупнейших металлургических компаний России в структуре производства стального проката в 2012 году

Основные изменения уровня и структуры затрат на предприятиях определяются внутренними механизмами формирования издержек. Контроль и управление затратами в рамках крупнейших металлургических компаний, объединяющих угольные, железорудные и металлообрабатывающие производства, обеспечивали управление экономическими результатами производства. Учитывая, что в рамках металлургических компаний объединены сопряженные производства, **цены на продукцию промежуточного назначения становятся элементом ценовой политики холдинговых структур**. Внутрипроизводственные затраты (амортизация, заработная плата, управленческие и прочие расходы) относительно стабилизируются [4–7]. Но сохраняется значительная дифференциация уровня оплаты труда между предприятиями при общей динамике темпов изменения уровня заработной платы. Оценивая процесс формирования издержек производства в металлургии в 2009-2012 гг., следует признать, что в его

основе находится принципиально иной финансово-экономический механизм, чем в металлургии США, ЕС, Китае и других странах. Наиболее удачными оказались транснациональные корпорации (BHP, CVRD, RIO Tinto, Mittal Steel, Arcelor), имеющие рентабельность свыше 20 %. Их зависимость от международных рынков сырья ниже, чем у компаний, интегрированных в структуры, обеспечивающие потребности собственного машиностроения. Для российских интегрированных компаний характерен менее высокий рост доходности производства (в 1,3÷1,5 раза на тонну вовлекаемого в использование сырья), чем для ТНК, при сохранении высокого уровня рентабельности (в 1,5÷2 раза выше, чем у аналогичных западных компаний), что отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Структура затрат на производство металлопродукции в России и в развитых странах, %

Виды затрат	Страна							
	Россия					США	Япония	Германия
	Итого	ЗСМК	ММК	НЛМК	Северсталь			
Материальные затраты	73,7	70,5	73,0	79,5	67,8	59,8	55,9	59,3
Оплата труда	10,4	9,5	9,0	8,8	9,5	22,1	21,0	21,5
Амортизация	2,4	2,8	3,0	2,0	2,6	6,0	8,7	6,9
Прочие, в том числе топливо и энергия	13,5	17,2	15,0	9,7	20,1	12,1	14,4	12,3
Итого:	100	100	100	100	100	100	100	100

В последнее время идет неуклонное, хотя и незначительное снижение удельных затрат по всему металлургическому переделу. Сопоставление структуры и динамики затрат отечественных и западных компаний за 2009-2012 гг. позволяет выявить как наличие совпадений, так и существенные отличия в формировании издержек производства.

Производственно-технологические и структурные факторы оказывали относительно небольшое позитивное влияние на изменение себестоимости продукции. Об определенном улучшении ситуации в отрасли в 2009–2012 гг. свидетельствует и значительное улучшение соотношения между объемами вовлекаемого в металлургическое производство первичного сырья и конечной продукции. Для мировой металлургии за эти годы характерен опережающий рост затрат, связанных с ресурсным обеспечением производства. Анализ изменения структуры себестоимости зарубежных металлургических компаний выявил рост доли затрат на сырье и материалы в 2009–2012 гг. по причине резкого повышения цен на основное металлургическое сырье (руда, уголь, лом).

Из рисунка 4 видно, что неэффективные мощности в черной металлургии есть практически у всех стран. В условиях кризиса мирового рынка стали США и ряд западных стран выступили с инициативой о проведении многосторонних консультаций по проблемам сокращения мощностей вообще и неэффективных, в частности [5]. По этому поводу Комитет по стали ОЭСР, принял принципиальное решение по двум аспектам:

- сокращение неэффективных мощностей;
- совершенствование законодательства, направленного на ликвидацию нерыночных методов поддержки государством неэффективных мощностей.

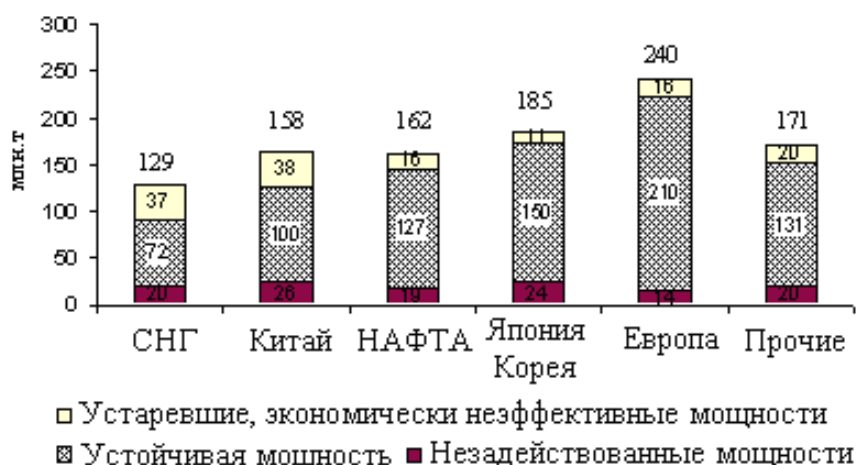


Рисунок 4 – Структура мощностей по выплавке стали в мире

В течение 2009–2012 гг. на сырьевом рынке России произошли следующие изменения: цены на железорудное сырье увеличились на 158 %, кокс – на 150 %, угли – на 50 %, ферросплавы – на 65 %. Причиной роста затрат в металлургии ЕС стал примерно равный уровень повышения цен на используемые компаниями ресурсы: на руду – 19÷20 %, на уголь – около 25, на лом – 44÷48 %. За этот же период, согласно данным контрактов на закупку, цены на руду выросли на 70÷72 %, а цены на уголь – почти на 120 %. Можно отметить, что затраты на сырье и материалы у зарубежных компаний росли гораздо меньшими темпами, чем у российских компаний. Для западных компаний характерна меньшая доля материальных затрат на производство (48÷61 %) по сравнению с российскими компаниями (75÷83 %). Это снижает зависимость общих затрат компаний от конъюнктуры рынков сырья и материалов. В структуре материальных затрат западных компаний топливно-энергетические ресурсы определяют около 16 % издержек. Основные различия связаны с ценами на указанные ресурсы, так как нормы расхода у отечественных предприятий на 15÷20 % выше, чем у зарубежных производителей [4–7].

Общим процессом как в западной, так и отечественной металлургии явилось сокращение доли затрат на оплату труда (отставание темпов роста от материальных затрат при проведении политики оптимизации численности персонала), амортизации и прочих расходов в структуре себестоимости продукции. В структуре затрат доля расходов на оплату труда у западных компаний составляет около 20 %, а у российских – 9÷10 %. При этом отечественные предприятия имеют более низкий уровень производительности труда: в расчете на тонну стали и на 1 руб. произведенной продукции отставание составляет 2÷2,5 раза. По уровню амортизационных отчислений в структуре себестоимости продукции существует двукратное отличие соответственно 4÷5% у западных компаний против 2÷3 % у отечественных (таблица 2).

В России благоприятная ценовая конъюнктура, наличие управляющих интегрированных компаний не остановили рост затрат на управление и реализацию продукции. Например, коммерческие расходы ММК за 2008-2011 гг. увеличились с 0,99 до 1,89 млрд. руб., общехозяйственные и коммерческие расходы НЛМК – более чем в 1,5 раза (110 млн. руб. в 2008 г. и 170 млн. руб. в 2011 г.). При избыточной численности персонала продолжался рост средней заработной платы. Уровень амортизационных отчислений не позволяет аккумулировать средства даже для простого воспроизводства действующих мощностей. Это искажает реальное соотношение затрат и доходов в металлургии.

Таблица 2 – Усредненные показатели производительности труда и заработной платы в крупнейших металлургических компаниях мира

Страна	Общее производство стали, млн т	Общее число работающих, тыс. чел.	Выплавка стали на одного работающего, т/чел. в год	Цена рабочей силы, \$./чел. в месяц.	Затраты на рабочую силу, \$./т стали	Доля затрат на рабочую силу в общих затратах, %
Россия (I группа)	30,8	104,9	294	691	28,3	9,8
Россия (II группа)	23,3	129,5	180	508	33,8	9,9
США (интегрированные заводы)	19,7	34,0	580	6187	128,1	24,1
США (мини-заводы)	10,2	6,9	1475	6258	50,9	14,5
Япония	63,8	42,7	1495	6903	55,4	12,3
ЕС	63,1	165,8	381	4259	134,3	20,6
Развивающиеся страны	37,6	27,6	1364	3851	33,9	11,0

\* Для российских предприятий показатели заработной платы установлены с учетом вспомогательных рабочих и суммарных отчислений в социальные фонды ФСС.

Западные компании неоднократно предпринимали попытки снижения затрат на производство путем реструктуризации. Снижение доли затрат на оплату труда, амортизацию и прочие расходы сопровождалось и единовременным понижением абсолютного уровня расходов. Рассматривая ситуацию в компании Corns Group, отметим результаты ее реструктуризации: снижение величины амортизации (особенно резкое в 2007 г., с 1 млрд. евро до 386 млн. евро) и затрат на оплату труда. Компания «Аркелор» снизила затраты на оплату труда с 5 до 4,8 млрд. евро в связи с оптимизацией численности персонала (доля заработной платы в себестоимости составила 17,02 % в 2010 г. против 19,68 % в 2007 г.). Для компании Тиссен групп отмечается снижение доли расходов на оплату труда, а также прочих расходов (с 5,8 до 4,8 млрд. евро).

Основная проблема использования вторичных ресурсов в РФ это непрогрессивная технологическая структура выплавки стали (низкая доля выплавки стали в электропечах), о чем свидетельствуют данные таблицы 3 [4], неразвитая структура ломозаготовки, низкий технический уровень переработки лома, значительные затраты на его транспортировку потребителям.

Таблица 3 – Доля электросталеплавильного производства в объеме выплавки стали в странах мира, %

Доля ЭСП, % в развитых странах мира	Страна								
	США	Корея	Франция	Япония	Германия	Бразилия	Китай	РФ	Украина
	46,2	41,6	37,6	30,2	29,2	21,9	15,8	12,8	4,4

Объективно в России сохраняются все необходимые предпосылки для роста переработки вторичного металлургического сырья и выпуска конкурентоспособной на мировом рынке металлопродукции. Основная проблема состоит в организации единой системы взаимодействия металлургических предприятий, ломозаготовительных организаций, выступающих источником лома. Реально это означает, во-первых, реорганизацию существующего в стране рынка металлолома и основ его функционирования



(криминал, экспорт). Во-вторых, преодоление традиционных проблем ломоперерабатывающей отрасли на основе повышения уровня капитализации производства (использование более передовых и капиталоемких технологий) и его эффективности (увеличение потребительской ценности перерабатываемого лома).

Крупные российские металлургические компании, обладающие собственным ресурсным обеспечением и использующие систему долгосрочных договоров на поставки сырья, теоретически должны быть независимы от процессов на рынках сырья. В условиях роста мировых и внутренних цен они осуществляют перераспределение доходов между структурными подразделениями компаний (аккумуляция эффекта от роста цен на конечную металлопродукцию). Различия российских и западных компаний в части формирования доходов производства усиливаются при рассмотрении механизмов использования доходов в рамках финансовой политики.

Однако в условиях резкого снижения спроса, а следовательно, падением как мировых, так и внутренних цен на металлопродукцию, в связи с общим падением потребительского спроса вследствие финансового кризиса в США, затронувшего практически все страны, российским металлургическим компаниям необходимо срочно пересматривать конкурентоспособность своей продукции. Для этого необходимо изыскивать ресурсы по снижению издержек производства и повышению производительности основных металлургических агрегатов, что было рассмотрено авторами в предыдущих статьях [4–6, 8–11].

Основные тенденции развития металлургического комплекса России в последние годы, как отмечается в Стратегии, соответствуют в определенной степени общемировым принципам развития. Важнейшие из них:

- постоянный рост объемов производства и потребления металлопродукции;
- увеличение объемов экспортно-импортных операций в стоимостном выражении;
- ресурсосбережение и снижение экологического воздействия на фоне мирового повышения стоимости энергоресурсов и требований к охране окружающей среды;
- выход предприятий отрасли на IPO;
- приобретение компаниями активов смежных металлопотребляющих отраслей и объектов инфраструктуры (энергетические мощности, порты и др.);
- укрупнение компаний-производителей и выход их за пределы своей страны в русле глобализации мировой экономики.

Кроме этого, в российской металлургической отрасли промышленности сохраняется тенденция диверсификации бизнеса с созданием крупных вертикально- и горизонтально-интегрированных структур с поставщиками сырья и потребителями металлопродукции. Также в связи с высокой энергоемкостью производства металлопродукции формируется и укрепляется тенденция приобретения металлургическими компаниями энергетических активов. Одновременно с этим структуры, даже крупные, «избавляются» в ряде случаев от недостаточно эффективных производственных звеньев, переводя их в аутсорсинг, модернизация которых требует значительных средств.

В ближайшие годы продолжится действие факторов, определяющих рост спроса на металлопродукцию, вследствие следующих основных причин:

- необходимости технического перевооружения основных фондов металлопотребляющих отраслей экономики;
- реализации новых проектов в промышленности, энергетике, а также реализации национальных проектов;
- расширения масштабов строительства и реализации реформ в ЖКХ;
- обновления парка и совершенствования продукции авиа- и судостроения;

- необходимости замены изношенных (на 70 %) рельсов и обновления парка подвижного состава на железнодорожном транспорте;
- освоения новых нефтегазовых месторождений и строительства новых магистральных трубопроводов;
- роста спроса со стороны оборонного комплекса, в том числе обусловленного увеличением объемов экспорта вооружения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роменец В.А. Экономические закономерности, стратегии и проблемы развития черной металлургии / В.А. Романец, И.П. Ильичёв // Экономика в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 2–12.
2. Степанцева О. Отечественная металлургия: особенности выживания / О. Степанцева // Справочник экономиста. – 2009. – №6. – С. 116–124.
3. Новиков Н.И. Стратегическое управление развитием предприятий черной металлургии Западно-Сибирского региона./ Н.И. Новиков, В.А. Быстров, Д.А. Лубяной./ Отв. ред.: В.В. Титов, Н.И. Новиков. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2006. – 288 с.
4. Быстров В.А. Антикризисная инновационно-инвестиционная стратегия развития металлургических компаний / В.А. Быстров, Н.И. Новиков, Д.А. Некрасов // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии: Сборник. Вып. № 25. Новокузнецк, 2010. – 195 с. (124-130).
5. Быстров В.А., Вуцан Е.С. Эффективность инвестиций в развитие промышленных предприятий. /Под ред. В.А. Быстрова; М.: Изд-во СГУ, 2013. 371 с.
6. Быстров В.А. Новиков Н.И. Эффективность инновационных решений в промышленности /Отв. ред. В.В. Титов, В.А. Быстров. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2011. 412 с.
7. Быстров В.А. Проблемы развития металлургических комбинатов и возможности снижения издержек производства./ В.А. Быстров, Н.И. Новиков, Р.С. Ермолаев // Вестник КемГУ – Кемерово: КемГУ. – № 3, 2010. – 262 с. (47-54).
8. Быстров В.А. Использование инновационных технологий для повышения эффективности производства проката / В.А. Быстров, В.И. Верёвкин, и др. // Вестник КемГУ – Кемерово: КемГУ. – № 3, 2010. – 262 с. (55-59)
9. Novikov N.I., Bystrov V.A., Verjovkin V.I. Forecasting innovation and investment activity of metallurgical enterprises. //Proceedings of RAS, Institute of economic forecasting. /HL. Ed. A. Korovkin. M.: Maks press, 2006. 672 p., (p. 602-616).
10. Bystrov V.A., Verevkin V.I., Selyanin I.F. Electroslag technology of strengthening metallurgical equipment details with composite materials /Izv. Institute of higher education. Iron and steel industry. 2005. № 6. S. 28-32.
11. Carles P. Present and future hot strip mill finishing train work rolls // Rolls 2000+ «Advances in Mill Roll Technology» Conf. Papers. Birmingham, UK, April 12–14, 2000. P. 49-59.

## ЮБИЛЕИ

---

### ВИKTOPУ НИКОЛАЕВИЧУ ФРЯНОВУ – 75 ЛЕТ



4 декабря 2013 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научно-педагогической деятельности профессора, доктора технических наук, Почётного работника угольной промышленности, Заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, академика Российской Академии естественных наук, заведующего кафедрой разработки пластовых месторождений Сибирского государственного индустриального университета Виктора Николаевича Фрянова.

Окончив в 1963 г. Кемеровский горный институт по специальности «Маркшейдерское дело», Виктор Николаевич работал во ВНИИгидроугле в г. Новокузнецке в качестве старшего научного сотрудника и заведующего сектором.

В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1972 г. начал педагогическую деятельность в качестве доцента Сибирского металлургического института. В 1989 г. защитил докторскую диссертацию. С 1984 г. по настоящее время работает заведующим кафедрой разработки пластовых месторождений Сибирского государственного индустриального университета.

Виктор Николаевич Фрянов ведёт активную педагогическую деятельность. При его участии на кафедре подготовлено более 2800 горных инженеров и магистров. В качестве руководителя и консультанта подготовил 7 докторов и 27 кандидатов технических наук.

Педагогическую работу В.Н. Фрянов плодотворно совмещает с научно-исследовательской деятельностью. Под его руководством успешно функционирует научная школа «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья», в рамках которой создан комплекс объектно-ориентированных компьютерных программ для прогноза геомеханических и технологических параметров систем разработки угольных пластов длинными и короткими очистными забоями, разработки методической и учебной литературы для применения на шахтах Кузбасса и в учебном процессе вузов.

В.Н. Фрянов в течение последних 10 лет является одним из организаторов Международной научно-практической конференции «Наукоёмкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проходящей в рамках международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Виктор Николаевич принимает активное участие в качестве ответственного редактора в подготовке и издании сборника научных статей по материалам этой конференции, является членом редакционной коллегии научного журнала «Вестник Сибирского государственного индустриального университета». За активное участие в специализированных выставках технологий горного производства награждён знаком «За вклад в выставочную деятельность». Был председателем диссертационного совета, членом диссертационных сове-

тов в Институте угля и углехимии СО РАН, КузГТУ, ВостНИИ, СибГИУ. Виктором Николаевичем опубликовано 6 монографий, более 400 статей, получено более 20 патентов на изобретения.

Многогранная трудовая деятельность отмечена правительственными, ведомственными и региональными наградами – знаком «Трудовая слава» III степени, медалью «За особый вклад за развитие Кузбасса» III степени и другими.

Решением президиума НП «Горнопромышленники России» Виктор Николаевич Фрянов награжден Серебряным знаком «Горняк России» в связи с 75-летием со дня рождения, за активную педагогическую и научно-исследовательскую деятельность.

Президиум и члены Западно-Сибирского отделения Российской Академии естественных наук поздравляют Виктора Николаевича со славным юбилеем, желают ему крепкого сибирского здоровья, долгих лет жизни, удачи и успехов во всех начинаниях!

## ХРОНИКА

---

### ОТЧЕТ о работе Западно-Сибирского Отделения Российской Академии естественных наук за 2012 год

Западно-Сибирское Отделение РАЕН создано в 1995 г. В октябре 2013 г. Отделению исполняется 18 лет. В составе Западно-Сибирского отделения РАЕН 56 – действительных членов и 67 – член-корреспондента. В структуру отделения входит 7 центров, 6 – российских и 1 – зарубежный. На территории России функционируют Южно-Кузбасский, Кемеровский, Новосибирский, Томский, Омский, и Алтайский центры, расположенные соответственно в городах Новокузнецк, Кемерово, Новосибирск, Томск, Омск, Барнаул.

В настоящее время в рамках ЗСО РАЕН функционирует 14 секций, различной тематической направленности:

1. Горная,
2. Металлургическая,
3. Нефти и газа,
4. Наук о Земле,
5. Физики,
6. Химии,
7. Российской энциклопедии и гуманитарных наук,
8. Биологии и экологии,
9. Биомедицины,
10. Агротехники,
11. Проблем высшей школы и поддержки молодых ученых,
12. Экономики и социологии,
13. Творчества,
14. Инженерная секция иностранных ученых.

В 2012 году работа научных центров, секций и комиссий Отделения велась в соответствии с планами этих подразделений. Основные результаты научной, производственной, образовательной, организационной и общественной деятельности членов Отделения в 2012 г. по данным присланных в Президиум Отделения отчетов следующие.

Членами Отделения по месту их основной работы выполнено более 120 научно-исследовательских проектов различного объема и значимости с финансированием по конкурсам, грантам из госбюджета, по хозяйственным договорам с организациями и фирмами. Суммарный объем финансирования составил более 1 млрд. руб. Наибольший объем финансирования обеспечили ученые Томского центра 754 млн. руб. (32 проекта), учеными Южно-Кузбасского центра выполнено 42 проекта на общую сумму более 200 млн. руб.

Наибольший вклад в этот показатель внесли следующие работы.

Академик Чубик Петр Савельевич, ректор ТПУ, председатель секции нефти и газа, возглавлял реализацию «Программы развития Томского политехнического университета на 2009 – 2018 гг.», как национального исследовательского университета. В 2012 г. объем дополнительного финансирования ТПУ из федерального бюджета на реализацию этой программы составил 400 млн. руб.

Коллективом ученых СибГИУ под руководством ректора, академика Мочалова Сергея Павловича и проректора по научной работе и инновационному развитию академика Мышляева Леонида Павловича проведены исследования по гранту Министерства образования и науки Российской Федерации «Разработка научно-технических основ для создания технологии подготовки и сжигания суспензионного угольного топлива, приготовленного на основе отходов углеобогащения и пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса» объем финансирования составил 150 млн. руб.

Учеными горной секции выполнены работы по проектам:

1. «Обоснование способов дезинтеграции, упрочнения и контроля состояния горных пород и использование их в промышленности Кузбасса», «Обоснование способов управления механическими процессами дезинтеграции и инъекционного уплотнения массива горных пород в сейсмически активных условиях метанугольных месторождений», руководитель академик Хямяляйнен Вениамин Анатольевич.

Цель этих НИР – исследование механизма дезинтеграции (разрушения) и разработка способов геоэлектрического контроля инъекционного уплотнения горных пород в условиях повышенной сейсмической активности месторождений полезных ископаемых. Разработка высокоэффективной технологии приготовления низко модульных инъекционных растворов на основе золошлаковых смесей, обоснование параметров и разработка технологии инъекционного уплотнения горных пород и при проведении и поддержании выработок в сложных горногеологических, гидрогеологических и пожароопасных условиях.

2. Под руководством академика Пугачева Емельяна Васильевича выполнена НИР на тему «Внедрение в производство шахтных информационно-управляющих систем, обеспечивающих высокую производительность и безопасность горно-добывающих технологий».

3. «Разработка механизма рационального управления взаимодействующими геомеханическими и газодинамическими процессами в геосреде с пространственно-временной иерархией системы породных блоков, линеаментов и горных выработок», руководитель – академик Фрянов Виктор Николаевич.

Учеными металлургической секции выполнены работы по проектам:

1. «Развитие теории подобия для систем управления», руководитель – член-корреспондент Евтушенко Виктор Федорович.

2. «Освоение белого нелегированного чугуна в качестве инструментального материала, заменяющего твердые сплавы», руководитель – академик Афанасьев Владимир Константинович.

Учеными секции нефти и газа выполнены работы по проектам:

1. «Разработка методики компетентностного развития персонала для проектной команды, занятой в шельфовых проектах для ОАО «НК «Роснефть»», руководитель – член-корреспондент Дмитриев Андрей Юрьевич.

2. «Прогнозирование и оценка золотоносности черносланцевого и кристаллического субстрата мезотермальных золоторудных полей на основе петролого-геохимических исследований», руководитель – академик Мазуров Алексей Карпович.

3. «Концепция развития лицензионных участков ОАО «НК Роснефть» в Восточной Сибири и Якутии», руководитель – член-корреспондент Кошовкин Иван Николаевич.

Учеными секции наук о земле выполнены работы по проекту:

«Диагностирование физического состояния при укреплении неустойчивых зон грунтовых оснований горнотехнических сооружений для снижения риска техногенных аварий», руководитель – член-корреспондент Простов Сергей Михайлович.

Учеными секции физики выполнены работы по проекту:

«Установление физической природы повышения усталостной долговечности сталей, обработанных импульсным электронным пучком микросекундной длительности», руководитель – академик Громов Виктор Евгеньевич.

Учеными секции химии выполнены работы по проекту:

«Полифункциональные материалы энергосберегающих и энергоэффективных технологий», руководитель – академик Черкасова Татьяна Григорьевна.

Цель проекта: разработка стратегии синтеза и создание новых биметаллических комплексных соединений метало- и полифункциональных материалов на их основе. Получение обратимых термочувствительных композиций – термоиндикаторов, а также разработка энергосберегающей технологии получения полиметаллических и смешанных оксидных нанопорошков.

В области биологии, экологии и биомедицины выполнены НИР:

1. «Факторы риска, патогенез и клиническое течение атеросклероза при его сочетании с профессиональной патологией у работников угольной и алюминиевой промышленности», руководитель – академик Захаренков Василий Васильевич.

2. «Теории и методологии управления медицинской организацией», руководитель – академик Данцигер Дмитрий Григорьевич.

3. По комплексным целевым программам «Улучшение демографической ситуации в Сибирском федеральном округе» и «Здоровье и сохранение трудового потенциала населения Сибирского федерального округа» на период до 2025 года, руководитель – член-корреспондент Олещенко Анатолий Михайлович.

4. «Анализ и оценка медико-демографической ситуации в городе и пути её улучшения», руководитель – академик Чеченин Геннадий Ионович.

Учеными секции агротехники выполнены работы по проектам

1. «Изучение состояния зерноочистительных комплексов и обоснование их модернизации», руководитель – академик Мясенко Виктор Иванович.

2. «Разработка ресурсосберегающих технологий возделывания новых зернобобовых культур (нут, чечевица) в севооборотах», руководитель – академик Самаров Виктор Моисеевич.

По результатам научных исследований учеными Отделения опубликовано 64 монографий, в том числе 45 – учеными Кемеровского центра, 71 учебник и учебное пособие, более 950 статей в журналах, и периодических изданиях.

Академиком Харламовым Сергеем Николаевичем. В зарубежной печати опубликована монография Kharlamov S.N. Hydrodynamics: Theory and Model. Intech, Croatia, 2012. – 307p.

Получено 70 патентов из них 26 учеными агротехнической секции.

Ученые отделения приняли участие в 244 конференциях различного уровня.

Член-корреспондент Кудрина Екатерина Леонидовна участвовала в международной конференции «НОМО COMMUNICANS: человек в пространстве межкультурных коммуникаций», (Польша).

Член-корреспондент Дмитриев Андрей Юрьевич принял участие в международной конференции «Опыт разработки технических компетенций специалистов нефтегазодобывающего сектора», США, г. Гальвестон.

Ученые Южно-Кузбасского центра приняли участие в конференции «Theses of XI International conference on nanostructured materials» Greece, Rodos.

Под руководством членов Отделения защищено 13 диссертаций.

Большинство ученых Отделения приняли активное участие в работе форумов различного уровня, мероприятиях по организации взаимодействия с российскими и зарубежными организациями. Следует отметить особую активность в данном направлении членов Томского научного центра.

Члены Отделения постоянно принимают участие в промышленных выставках, научно-технических совещаниях и общественных мероприятиях различного уровня, в подготовке отраслевых и региональных документов, экспертных заключений по заданиям областных, городских администраций, промышленных и сельскохозяйственных предприятий по вопросам науки, образования, экономики и культуры.

Ряд членов Отделения отмечены в прошедшем году академическими, ведомственными и региональными наградами, вошли в число победителей выставок и конкурсов различных уровней и направлений.

Академик Чубик Петр Савельевич избран Вице-президентом Ассоциации технических университетов России. За активную деятельность на благо России был отмечен благодарственным письмом Президента РФ, удостоен звания лауреата Всероссийского конкурса «Инженер десятилетия». Награжден: нагрудным знаком «Почетный разведчик недр».

Академиком Мышляевым Леонидом Павловичем получен «Гран-при» Международной выставки-ярмарки «Уголь России и Майнинг».

Академик и Мазуров Алексей Карпович и Харламов Сергей Николаевич награждены орденом почета РАЕН им. В.Н. Татищева «За пользу Отечеству».

Академиком Пугачевым Емельяном Васильевичем получен диплом лауреата конкурса «Лучшие товары и услуги Кузбасса 2012» (Автоматизированная система управления шахтной подъемной машиной с электроприводом Г-Д (совместно с НПФ «ИНТЕХСИБ»).

Член-корреспонденту Просянкиной Ольге Ивановне присвоено звание «Почетный работник агропромышленного комплекса России».

Член-корреспондент Щербинин Евгений Иванович удостоен диплома Всероссийской творческой общественной организации «Союз художников России».

Подводя итог изложенному, можно констатировать, что плодотворная и результативная деятельность членов ЗСО РАЕН в 2012 году способствовала росту научного, экономического и культурного потенциала региона.

С момента прошлого общего собрания в период с октября 2012 г. по май 2013 г. юбилейные даты (старше 50 лет) отметили:

- 1) Академик Ларичев Виталий Епифанович 80 лет (12.12.1932г.)
- 2) Академик Мартынов Анатолий Иванович 80 лет (11.03.1933 г.)
- 3) Академик Лукина Надежда Васильевна 75 лет (02.12.1937 г.)
- 4) Академик Полищук Юрий Михайлович 75 лет (07.04.1938 г.)
- 5) Академик Громов Виктор Евгеньевич 65 лет (26.11.1947 г.)



- 6) Чл.-корр Позняковский Валерий Михайлович 65 лет (01.01.1948 г.)
- 7) Академик Мышляев Леонид Павлович 65 лет (05.01.1948 г.)
- 8) Чл.-корр Мурко Василий Иванович 65 лет (07.03.1948 г.)
- 9) Академик Худяков Юлий Сергеевич 65 лет (08.12.1947 г.)
- 10) Чл.-корр Широков Игорь Викторович 50 лет (03.04.1963 г.)

Председатель ЗСО РАЕН,  
академик

С.П. Мочалов

Гл. ученый секретарь,  
академик

М.В. Темлянцев

**Решение  
Общего собрания Западно-Сибирского Отделения РАЕН  
(21.05.2013 г.)**

1. Общее собрание констатирует результативную работу членов ЗСО РАЕН, проводимую под руководством и во взаимодействии с Президиумом РАЕН. В 2012 г. увеличен объем научных исследований, возрос вклад ученых отделения в развитие интеллектуального потенциала региона.

2. Утвердить отчет о научной и организационной деятельности ЗСО РАЕН в 2012 г. с оценкой «удовлетворительно».

3. Утвердить отчет ревизионной комиссии.

4. Утвердить в новой редакции Устав Общественной организации ЗСО РАЕН.

5. Утвердить новый состав президиума ЗСО РАЕН.

6. Утвердить новый состав ревизионной комиссии ЗСО РАЕН.

7. Установить в 2013 г. ежегодный размер членских взносов 1000 руб.

8. Подготовить и издать 16 выпуск «Вестника ЗСО РАЕН».

Срок представления материалов в соответствии с установленными требованиями - 01.01.2014 г.

Ответственный за выпуск – акад. Мочалов С.П.

9. Завершить подготовку и издание справочника «Кто есть кто в ЗСО РАЕН».

10. Разработать Интернет-страницу Общественной организации ЗСО РАЕН.

11. Председателям секций подготовить предложения по кандидатурам утративших связь с Отделением для рассмотрения на Общем собрании Отделения.

12. Утвердить результаты выборов в действительные члены (протокол № 2) и член-корреспонденты РАЕН (протокол № 3).

13. Следующее собрание ЗСО РАЕН провести в апреле 2014 г. на базе ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Председатель ЗСО РАЕН,  
академик РАЕН

С.П. Мочалов

Уч. секретарь, академик РАЕН

М.В. Темлянецв

### УДК 553.98

Радиогеохимические особенности рудоносных отложений Хиагдинского рудного района на примере месторождения Дыбрын (Республика Бурятия) / В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 3.

На месторождении установлена характерная для всех гидрогенных месторождений зональность в распределении  $K_{pp}$  в крест простирания рудных тел. Проявлена она в наличии вокруг залежей внешних радиевых оторочек, а также внутренних радиевых ореолов, встречающихся на границе окисленных пород. Ил.4. Библ. 4.

On a deposit the ash value in distribution  $K_{pp}$  in a cross of an extension ore body is established characteristic of all hydrogenous of deposits. It is exhibited available round deposits external radium rims, and also internal radium of haloes, meeting on the boundary oxidized of rocks. Fig. 4. Ref. 4.

### УДК 553.98

Особенности поведения радиоэлементов на основе изучения радиоактивного равновесия в рудах месторождения Дыбрын (Витимский урановорудный район, республика Бурятия) / В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, А.А. Новгородцев, Е.А. Митрофанов, В.Г. Деревенец, Е.М. Чернев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 10.

Установленные на поле характеристики для всех гидрогенных месторождений подразделяются по коэффициенту распределения радиоактивного равновесия ( $K$ ). Это проявляется в наличии вокруг краев месторождений радия внешних и внутренних ореолов радия, возникающих на границе окисленных пород. Ил. 3. Библ. 4.

The characteristics for hydrogenous deposits were defined by the data of radioactive equilibrium coefficient distribution. It is appeared near of radium deposits borders. The local radium distribution is appeared on the borders of blossom rock. Fig. 3. Ref. 4.

### УДК 553.94:550.8:622.81(571.17)

Проведение заблаговременной дегазации угольных пластов с использованием геологоразведочных скважин / Е.А.Шубина, В.Г. Лукьянов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 16.

Актуальность работы вызвана участвовавшими взрывами метана в угольных шахтах, что обязывает нас изменить подход к добыче угля и газа метана.

Цель работы: Увеличение природной газоносности угольных пластов и низкая эффективность проводимой предварительной дегазации на сегодняшний день являются наиболее актуальными проблемами обеспечения безопасной добычи угля. Большой объем бурения скважин, производимый при проведении различных видов дегазации, увеличивает себестоимость добычи угля и не позволяет снизить природную газоносность до необходимого уровня за короткий промежуток времени.

Методы исследования: Комплексный подход к схеме размещения геологоразведочных скважин на стадии составления проекта разведочных работ позволит использовать данные скважины для дальнейшей дегазации угольных пластов и добычи метана в промышленных масштабах.

Результаты: Применение геологоразведочных скважин в качестве дополнительных скважин для проведения заблаговременной дегазации угольных пластов позволит более эффективно снижать природную газоносность к началу ведения работ по добыче угля. Произведенный сравнительный анализ влияния густоты разведочной сети с учётом требований «Ме-

тодических рекомендаций по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых углей и горючих сланцев» и достигнутого на сегодняшний день радиуса воздействия, на угольный пласт, подтверждает необходимость возможного применения данных скважин в качестве дегазационных.

Заблаговременная дегазация угольных пластов является залогом обеспечения безопасной добычи угля и добычи метана в промышленных масштабах. Ил. 2. Табл. 2. Библ. 9.

Relevance of this study is important because methane explosions which were often in coal mines require us to change our approach to the extraction of coal and methane gas.

The main aim of the study: Increased natural gas-bearing of coal seams and low effectiveness of the preliminary degassing today are the most urgent problems to ensure safe production of coal. The large volume of drilling produced during various types of degassing, increases the cost of coal and it is not permitted to reduce the natural gas-bearing to the desired level in a short period of time.

The methods used in the study: Integrated approach to allocation scheme exploration holes on the stage of the exploration project will allow to using these holes for further degassing of coal seams and methane production on an industrial scale.

The results: Application exploration holes as additional holes for degassing of coal seams in advance will allow more effective in reducing the natural gas-bearing to the top production operations of coal. The produced comparative analysis of the influence of density exploration network with the requirements of the «Guidelines on the application of classification and probable reserves of the deposits of solid minerals, resources of coal and oil shale» and made to date on the impact radius of the coal seam confirms the need for the possible use of these holes as degassing.

Advance degassing of coal seams is crucial to ensure safe production of coal and methane production on an industrial scale. Fig. 2. Tab. 2. Ref. 9.

#### **УДК 536.24**

Динамика пульсационной структуры прямого турбулентного потока в трубопроводе / Р.А. Альгинов, С.Н. Харламов // Вестник РАН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 24.

Представлены результаты исследований изменений локальной структуры развивающихся турбулентных изотермических и неизоатермических течений слабосжимаемых вязких сред во внутренних системах (трубах, каналах) в режимах со стабильной интенсивностью возмущений в области входа в трубопровод. Выполненные сравнения расчетов с опытными данными изменений локальных параметров показывают высокую надежность используемых моделей и метода в прогнозе сложных конвективно-диффузионных механизмов переноса импульса и тепла в пристеночных зонах трубопроводных течений и формировании их энергонапряженных участков. Ил. 8. Библ. 8.

Investigations of local structure changes of developing turbulent isothermal and non-isothermal flows of poorly compressible viscous media in internal systems (tubes, channels, pipelines) at modes with stable intensity of perturbations in the field of pipeline entrance are presented. The executed comparisons of calculations with the corresponding experimental data of local parameters variations show high reliability of used mathematical model and numerical method at forecast of complicated convectional and diffusive mechanisms of momentum and heat transport at pipeline near-wall flow fields and formation of pipeline power intense sites. Fig. 8. Ref. 8.

#### **УДК 553.982**

Закономерности пространственного распределения смолистой нефти и особенности ее физико-химических свойств / И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук // Вестник РАН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 30.

В статье рассмотрены особенности физико-химических свойств и пространственного размещения смолистых нефтей, как одного из видов трудноизвлекаемых нефтей, являющиеся в будущем основным источником прироста добычи нефти в связи с исчерпанием легкодоступных запасов. Проведен анализ распределения смолистых нефтей по объему запасов в мире и в России в частности. Изучены особенности физико-химических свойств этих нефтей для различных условий залегания и пластовых температур. Полученные данные могут быть использованы для разработки новых эффективных технологий добычи, транспорта и переработки нефтей. Ил. 9. Табл. 6. Библ. 5.

The features of the physicochemical properties and spatial distribution of high resin oil as a type of hard-to-recover oils is studied, which are considered as the main source of oil production growth in the future due to the exhaustion of easily accessible reserves. Analysis of the distribution of reserves of high resin oils in the world and in Russia was carried out. The features of the physicochemical properties of these oils for different reservoir temperatures and conditions of occurrence was studied. The data obtained can be used to develop new efficient production, transportation and refining. Fig. 9. Tab. 6. Ref. 5.

#### **УДК 620.193.004.2**

Зарождение и рост трещин на катоднозащищаемой поверхности трубопроводов при перезащите / В.И. Хижняков, А.В. Жилин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 44.

Рассмотрены вопросы эксплуатационной надежности магистральных газонефтепроводов. Показано, что в процессе их длительной эксплуатации очаг предразрушения находится практически повсеместно вблизи внешней катоднозащищаемой поверхности, на глубине 0,3...0,5 мм, там, где концентрация катодного водорода максимальна. Присутствие в электролите сероводорода увеличивает объем выделяющегося водорода на внешней поверхности трубопровода при перезащите в 2..3 раза, что увеличивает интенсивность электролитического наводороживания стенки трубы. Ил. 2. Табл. 2. Библ. 6.

The article examines the aspects of oil/gas trunk pipeline operation reliability. It has been revealed that the center of pipeline material predestruction is generally close to external pipeline surface at the depth of 0,3...0,5 mm where the concentration of cathodic hydrogen is maximum. During pipeline reprotection, hydrogen sulphide in electrolyte increases the amount of isolated hydrogen on external pipe surface 2..3 times, which in its turn intensifies the electrolytic hydrogenation of pipe wall. Fig. 2. Tab. 2. Ref. 6.

#### **УДК 541.128:541.183**

Совместная конверсия попутных нефтяных газов  $C_3-C_4$  и метанола на модифицированных наноструктурированных цеолитных катализаторах / В.И. Ерофеев, Г.С. Боженкова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 51.

В работе представлены результаты исследований по совместной конверсии попутных нефтяных газов и метанола на наноструктурированных цеолитных катализаторах, модифицированных 3 % ZnO. Табл. 2. Библ. 14.

This paper describes the research results of coconversion of associated petroleum gas  $C_3-C_4$  and methanol based on nano-structured zeolite catalysts i.e. 3% modified ZnO. Tab. 2. Ref. 14.

#### **УДК 553.982.233**

О нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири / В.Н. Ростовцев, В.Г. Лукьянов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 55.

Дана краткая информация об условных исторических этапах изучения нефтегазоносности палеозоя Западной Сибири. Кратко подведены итоги каждого этапа изучения перспектив нефтегазоносности палеозоя. Приведены новейшие данные указывающие на высокие перспективы палеозоя Западной Сибири. Предложены принципиально новые пути поиска палеозойских залежей нефти и газа в палеозое. Высказано предположение о нефтегазоносности палеозойских гранитов, выступы которых длительное время подвергались эрозионно-денудационным процессам. Ил. 7. Библ. 9.

Brief information about historical stages of the study of the Paleozoic petroleum potential of Western Siberia. Briefly summarized each stage of the investigation of the hydrocarbon potential of the Paleozoic. Given the recent data indicate high prospects Paleozoic of Western Siberia. Radically new ways to search the Paleozoic oil and gas deposits in the Paleozoic are given. Suggested petroleum potential of Paleozoic granite ledges which for a long time been subjected to erosion and denudation processes. Fig. 7. Ref. 9.

### **УДК 553.981**

Еще раз о нефтегазоносности востока Томской области / В.В. Ростовцев, В.Н. Ростовцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 63.

В работе отражено состояние острой дискуссии о перспективах нефтегазоносности востока Томской области. Показано, как с использованием инновационной технологии на востоке Томской области выявлены границы целой серии прогнозируемых месторождений с суммарными геологическими запасами более 600 миллионов тонн нефти. Сделан вывод о высоких перспективах нефтегазоносности востока Томской области. Ил. 5. Библ. 15.

The paper presents the status of a heated discussion about the prospects of oil and gas potential east of Tomsk region. Demonstrates how to usage of innovative technology allowed to identify a series of projected fields with total geological reserves of more than 600 million tons of oil at the east of Tomsk region. It is concluded that east of Tomsk region has high petroleum potential. Fig. 5. Ref. 15.

### **УДК 622.271.625:665.612.2 (571.16)**

Повышение эффективности использования попутного нефтяного газа при разработке Лугинецко-Пудинской группы месторождений Томской области / С.И. Паньчев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 72.

В работе приведены анализ состояния проблемы использования попутного нефтяного газа и результаты работы по решению этой проблемы при разработке Лугинецко-Пудинской группы месторождений Томской области. Основными направлениями повышения эффективности использования попутного нефтяного газа являются дальнейшее развитие системы сбора и транспортировки газа, подготовка и сдача газа в газотранспортную систему ОАО «Газпром». Ил. 3. Табл. 1. Библ. 2.

In activity are adduced the analysis of a condition of a problem of use of way petroleum gas and outcomes of activity under the solution of this problem at development Luginecko-Pudinskoi of group of deposits of Tomsk area. Main directions of increase of efficiency of use of way petroleum gas are further development of a system of the collecting and transportation of gas, preparation and delivery of gas in a gas transportation system OJSC «Gazprom». Fig. 3. Tab. 1. Ref. 2.

#### **УДК 669.017:539.2:[669.14.018.294.2]**

Высокотемпературная пластичность рельсовой электростали марки Э76Ф / А.С. Симачёв, М.В. Темлянцев, Т.Н. Осколкова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 79.

В статье представлены результаты исследования высокотемпературной пластичности рельсовой стали марки Э76Ф в диапазоне температур 950 – 1250 °С. Установлено, что наибольшее значение пластичности соответствует температуре 1150 °С. Ил. 2. Библ. 7.

In the article the outcomes of research of high-temperature plasticity of rail steel of the mark Э76Ф in range of temperatures 950 – 1250 °С are shown. Is established, that the greatest value of plasticity meets to temperature 1150 °С. Fig. 2. Ref. 7.

#### **УДК 621.926 +621.928**

Газовые методы измельчения, дезагрегации и классификации порошков / А.Т. Росляк, П.Н. Зятиков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 83.

Представлены результаты разработки и развития авторами новых газовых методов измельчения, дезагрегации и классификации для получения ультрадисперсных порошков твердых материалов, как одного из наиболее эффективных направлений в различных технологических процессах, связанных с получением и производством на основе микропорошков новых перспективных материалов и изделий. Рассмотрены некоторые типичные конструкции разработанных способов и устройств и результаты их испытаний, которые подтверждают перспективность применения газовых методов в различных технологических процессах переработки микропорошков. Ил. 4. Библ. 8.

The results of the design and development of new gas authors of milling, disaggregation and classification to obtain ultrafine powders of solid materials, as one of the most effective ways in the various processes associated with obtaining and production based micropowders promising new materials and products. Explains some typical construction methods and devices developed and the results of their tests, which confirm the promising methods of application of gas in various technological processes micropowders processing. Fig. 4. Ref. 8.

#### **УДК 621.797: 629.114.41**

Оценка эффективности комбинированной отделочно-упрочняющей обработки деталей сельскохозяйственных машин / А.П. Черныш // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 89.

В статье исследована комбинированная отделочно-упрочняющая обработка деталей узла зерноуборочного комбайна, закономерности, которой могут быть использованы в целях технологического обеспечения заданных параметров качества поверхностного слоя деталей сельскохозяйственных машин, а также минимизации их начального износа. Ил. 1. Табл. 4. Библ. 3.

In article processing of details of knot of the combine harvester wich regularities can be used for technological support of the set parameters of quality of a blanket of details of agricultural cars and also minimization of their initial wear is investigated combined finishing-stronger. Fig. 1. Tab. 4. Ref. 3.

#### **УДК 53.098; 539.376**

Влияние магнитного поля на эволюцию дислокационной субструктуры меди при ползучести / С.В. Коновалов, Д.В. Загуляев, И.А. Комиссарова, Н.Г. Ярополова, Ю.Ф. Иванов, В.Е. Громов // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 96.

Методами дифракционной электронной микроскопии проведены исследования дислокационной субструктуры, формирующейся в технически чистой меди на линейной стадии ползучести и после разрушения в магнитном поле. Показано, что воздействие магнитного поля приводит к перераспределению типов дислокационных субструктур в меди, замедляя скорость их перестройки, и, соответственно, увеличивает ее прочностные характеристики. Ил. 2. Библ. 12.

Analysis of the dislocation substructure formed in technical pure copper at the linear stage of creep and after destruction in the magnetic field is carried out by the methods of diffraction electron microscopy. It is shown that the effect of the magnetic field leads to a redistribution of types of dislocation substructures in copper, slowing their rate adjustment and accordingly, increases its strength characteristics. Fig. 2. Ref. 12.

#### **УДК 633.2/4:631.531**

Расширять посе́вы смешанных зернофуражных культур в Кузбассе / В.М. Самаров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 102.

Представлены материалы по смешанным посевам зернофуражным культурам в Кузбассе. Табл. 2. Библ. 3.

The materials on the mixed crops relayed to cultures in Kuzbass are shown. Tab. 2. Ref. 3.

#### **УДК 633.1: 631.8 / 631.878:633.491**

Оценка влияния гумата калия на ростовые показатели и продуктивность ячменя и картофеля в условиях лесостепной зоны Кемеровской зоны / Н.Н. Чуманова, О.В. Анохина, В.М. Самаров // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 105.

Дана оценка влияния гумата калия на рост, развитие, продуктивность ячменя и картофеля. Исследования проводились на опытном участке кафедры земледелия и растениеводства Кемеровского ГСХИ. Изучалось три варианта обработки: предпосевная обработка семян и клубней, обработка по вегетации (фаза кущения (ячмень), фаза бутонизации (картофель)), обработка семян (клубней) + обработка по вегетации. Выявлено, что предпосевная обработка семян ячменя влияет на ростовые процессы и увеличение урожайных свойств – продуктивной кустистости и массы 1000 зерен. Максимальную продуктивность сорт ячменя Сибиряк формировал на варианте обработка по вегетации – 387 г/м<sup>2</sup>.

Выявлено, что обработка гуматом калия удлинила вегетационный период картофеля до 83 дней. Наблюдается увеличение массы ботвы на 150 – 180 г/куст. Достоверную прибавку по урожайности и выходу товарных клубней обеспечили варианты предпосадочная обработка клубней и обработка по вегетации.

Исследования проводились в Кемеровском государственном сельскохозяйственном институте, кафедра земледелия и растениеводства. Табл. 6. Библ. 7.

The evaluation of influence humate of a potassium on growth, development, efficiency of barley and potatoes is given. Is revealed, that the processing humate of a potassium has extended vegetation period of a potatoes till 83 days. The increase of weight foliage on 150 - 180 g/bushes is observed. The authentic increase on productivity and output documentary tubers was supplied with versions prelanding processing tubers and processing on vegetation. Tab. 6. Ref. 7.



### **УДК 636.4.233**

Продуктивность свиней современной популяции крупной белой породы в ООО СПК «Чистогорский» Кемеровской области / А.П. Гришкова, Н.А. Чалова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 111.

В статье изложены основные научные результаты по использованию генофонда животных зарубежной селекции в улучшении откормочных и мясных свойств отечественной крупной белой породы свиней. Табл. 3. Библ. 3.

In the article the basic scientific outcomes on use gene pool of animals of foreign selection in improving fattening and meat properties of a domestic large white rock pigs are stated. Tab. 3. Ref. 3.

### **УДК [636.085.1:636.2:619] (571.17)**

Проблемы воздействия кормовых токсинов на организм коров в условиях экосистемы Кемеровской области / Л.Я. Макаренко, Е.А. Колокольцова, Г.В. Макаренко // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 115.

Описаны изменения гистологической структуры образцов печени дойных коров при отравлении животных дикорастущими ядовитыми растениями. Библ. 3.

The changes of a histological structure are circumscribed is exemplar of a liver of the cash cows at a poisoning of animals by wild poisonous plants. Ref. 3.

### **УДК 631.81**

Баланс марганца по почвенным округам Кемеровской области / О.И. Просянникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 116.

Приведены расчеты баланса марганца при возделывании зерновых культур в лесостепи и степной части Кузнецкой котловины. Ил. 1. Табл. 1. Библ. 4.

The calculations of balance of manganese are adduced at cultivation of grain cultures in forest-steppe and steppe part Kuznetsk basin. Fig. 1. Tab. 1. Ref. 4.

### **УДК 633.14:631.524.7:631.55 (571.17)**

Место Кемеровской области в ржаном поясе России / Р.Б. Нурлыгаянов, Е.А. Егушова, А.Л. Межевич, А.А. Арефин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 119.

Кемеровская область находится в ржаном поясе России, имеет огромный потенциал по производству зерна на продовольственные и кормовые цели для внутренних потребностей и поставки за пределы региона. Табл. 2. Библ. 11.

Kemerovo region is located in the rye belt of Russia has a huge potential for the production of grain for food and forage for domestic needs and delivery outside the region. Tab. 2. Ref. 11.

### **УДК 631.158:331.522**

Оценка современного состояния трудовых ресурсов сельского хозяйства / К.А. Васильев, Т.В. Васильева // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 123.

В статье рассматривается оценка современного состояния трудовых ресурсов и проблемы обеспеченности ими аграрной сферы. Отмечается специфика трудовых отношений в сельском хозяйстве и необходимость обеспечения квалифицированными кадрами для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Также, отражены негативные демогра-

фические процессы, проблемы социального развития сельских территорий и прочие факторы, которые отрицательно сказываются на привлечение квалифицированных кадров в сельское хозяйство. Табл. 4. Библ. 5.

In article the assessment of a current state of a manpower and a problem of security by them the agrarian sphere is considered. Specifics of the labor relations in agriculture and need of providing by qualified personnel for increase of efficiency of agricultural production are noted. Also, negative demographic processes, problems of social development of rural territories and other which have an adverse effect on attraction of qualified personnel in agriculture are reflected. Tab. 4. Ref. 5.

#### **УДК 636.4.082**

Эффективность использования свиней кемеровской породы в двух- и трехпородном промышленном скрещивании / А.П. Гришкова, Н.А. Чалова, А.А. Аришин, В.А. Волков // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 128.

В статье приведены результаты использования хряков специализированных мясных пород пьетрен и дюрок на заключительном этапе трехпородного скрещивания с полукровными свиноматками  $\frac{1}{2}$  кемеровская  $\times$   $\frac{1}{2}$  ландрас. Табл. 5. Библ. 4.

In article results of use of male pigs of specialized meat breeds pietrain and a dyurok are given in the final stage of three-pedigree crossing with half-blooded sows  $\frac{1}{2}$  Kemerovo  $\times$   $\frac{1}{2}$  Landrace. Tab. 5. Ref. 2.

#### **УДК 613.62**

Профессиональный риск для здоровья работников чёрной металлургии / В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, Д.В. Суржиков, В.В. Кислицына, Т.Г. Корсакова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 132.

В статье представлены результаты оценки риска для здоровья работников предприятий черной металлургии от воздействия профессиональных факторов в крупном промышленном центре Сибири. Черная металлургия характеризуется неблагоприятными условиями труда, что определяет высокие уровни риска профессиональной заболеваемости. Выявлены наиболее опасные токсичные вещества, обуславливающие риск хронической интоксикации работников. Рассчитаны риск острых токсических эффектов, риск неспецифического воздействия шума, риск профзаболеваний пылевой этиологии. В заключении предложены медико-профилактические мероприятия. Библ. 7.

The results of the estimation of the risk for health of the workers of the enterprises of ferrous metallurgy due to the influence of occupational factors in a large industrial center of Siberia are presented in the paper. Ferrous metallurgy is characterized by poor working conditions that determine high levels of the risk of occupational disease incidence. The most dangerous toxic substances causing the risk of chronic intoxication are detected. The risk of acute toxic effects, the risk of non-specific exposure to noise, and the risk of occupational diseases caused by exposure to dust are calculated. In the conclusion medical-preventive measures are proposed. Ref. 7.

#### **УДК 616.036**

Риски инвалидизации населения Новокузнецка / Н.М. Жилина, А.Е. Власенко, Г.И. Чеченин, Е.Н. Тодышева // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 135.

Представлены результаты анализа электронной базы данных Кустового медицинского информационно-аналитического центра «Инвалидизация» населения г. Новокузнецка и выходной информации автоматизированной информационной системы социально-гигиенического

мониторинга «Состояние здоровья трудящихся» с выявлением основных зон риска первичной инвалидности трудоспособного населения и работающих граждан. Основная причина роста тяжелой инвалидности (класс злокачественных новообразований) детализирована до ведущих локализаций с разбивкой по половому признаку. С помощью критериального анализа выявлены заболевания – причины инвалидности, имеющие в исследуемом периоде статистически значимый рост. Ил. 4. Табл. 1. Библ. 7.

Results of the analysis of an electronic database of Sectional medical information-analytical centre «Invalidation» of the population of Novokuznetsk and the target information of the automated information system of socially-hygienic monitoring «State of health of workers» with revealing of the basic zones of risk of primary physical inability of able-bodied population and working citizens are presented. The principal cause of growth of heavy physical inability (a class of malignant new growths) is detailed before leading localisations with breakdown to a sexual sign. With the help of the criterial analysis diseases – the reasons of physical inability having in the investigated period statistically significant growth are revealed. Fig. 4. Tab. 1. Ref. 7.

**УДК 614.2:314**  
**ББК 51.1(2)**

Организационная культура медицинской организации как элемент программных мероприятий по улучшению демографической политики СФО / В.В. Захаренков, М.И. Ликстанов, И.В. Вибляя // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 142.

Указано на негативные тенденции демографических процессов в России, Сибирском федеральном округе и ряде его территориальных единиц. Обозначены целевые программы, направленные на сохранение здоровья населения и демографическое развитие. Показана роль системы здравоохранения в решении программных мероприятий, заключающаяся в выработке подходов к повышению доступности и качества медицинской помощи путем оптимизации удовлетворения потребности населения, совершенствовании информационного обеспечения и повышении уровня организационной культуры медицинских организаций. Приведены выкладки научно-практического опыта, накопленного в направлении формирования организационной культуры предприятий, адаптированные для включения их в процесс управления медицинской организацией. Дано общее понятие организационной культуры и перечислены её основные признаки и функции, приемлемые для медицинской организации. Библ. 42.

The negative trends in demographic processes in Russia, Siberian Federal District and a number of its territorial units are given. The target programs aimed at maintaining the health of the population and the demographic development are denoted. The role of health systems in addressing software activities consisting in the development of approaches to increasing the accessibility and quality of health care by optimizing meet the needs of the population, improvement of information support and raising the level of organizational culture of the medical organizations is shown. Calculations of the scientific and practical experience gained in the direction of the organizational culture of enterprises adapted for inclusion in the management of the medical organization are provided. The general concept of the organizational culture is given and the basic characteristics and functions that are acceptable to the medical organization are listed. Ref. 42.

**УДК 001.891.3:378.091**

Информационно-аналитическая система мониторинга состояния окружающей среды техногенных ландшафтов и прогнозирования сроков восстановления их биологической продуктивности / М.Е. Корягин, О.В. Маринова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 149.

В статье рассматривается разработка базы данных информационно-аналитической системы для мониторинга состояния окружающей среды техногенных ландшафтов и прогнозирования сроков восстановления их биологической продуктивности. Ил. 7. Табл. 2. Библ. 3.

The article considers the development of a database of information-analytical systems for environmental monitoring of man-made landscapes and predict the timing recovery of their biological productivity. Fig. 7. Tab. 2. Ref. 3.

### **УДК 621.37**

Хроника первой победы: Томский политехнический на пути в топ-100 / П.С. Чубик // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 156.

Представлены материалы масштабной работы и хроника событий по вхождению НИ ТПУ в число ведущих вузов России.

In this article materials of huge work and chronicle of events about National Research Tomsk Polytechnic University inclusion in number of Russian leading universities are presented.

### **УДК 681.518**

Проектирование системного подхода к компетентностной оценке персонала нефтегазодобывающих компаний / А.Ю. Дмитриев, Д.В. Худяков, В.Б. Романюк, В.В. Малышев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 160.

В данной работе рассматриваются различные аспекты оригинальной методики Центра подготовки и переподготовки специалистов нефтегазового дела Института природных ресурсов Томского политехнического университета в области систематизации программ повышения квалификации персонала на основе системного компетентностного подхода с учетом профессиональных требований к специалисту. Описан процесс проектирования системного подхода при реализации данной задачи с учетом предыдущего опыта, выделены признаки и важные черты системы, выработаны и предлагаются к реализации наиболее эффективные элементы, сформулированы основные цели эффективной системы. Описан алгоритм реализации предлагаемого системного подхода при оценке технических компетенций, его основные этапы, кодификаторы, спецификация и примеры направленности тестовых заданий, определена методика формирования оптимального количества тестовых заданий. Приводится алгоритм реализации системной оценки компетентности специалистов нефтегазодобывающих компаний. Ил. 1. Табл. 1. Библ. 14.

The work focuses on various aspects of the original competency assessment method developed by the staff of Heriot-Watt Approved Support Centre at the Institute of Natural Resources, Tomsk Polytechnic University. The method is designed to classify staff professional development programs and is based on a comprehensive approach with consideration of professional requirements to a specialist under assessment. The work involves description of the comprehensive approach development with application of previous experience. The authors have determined the characteristics and key features of the system, elaborated its most efficient elements for practical use and defined the core objectives of the efficient system. The work embraces the algorithm of the comprehensive approach implementation for evaluation of technical competency. The description of the method includes the basic stages, codifiers, specifications and tests examples, along with a strategy of choosing optimum number of the tests. The authors provide the complex algorithm for comprehensive competency evaluation of personnel in oil and gas companies. Fig. 1. Tab. 1. Ref. 14.

#### **УДК 378.147:621.3:[004.9:622.002.5]**

Методика подготовки студентов – электромехаников с использованием лабораторной базы, оснащённой оборудованием ООО «Ингортех» / Пугачёва Э.Е. // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 168.

В статье рассматриваются методы повышения качества подготовки выпускников кафедры Электромеханики на базе целевых учебных лабораторий, оснащённых современными многофункциональными шахтными информационно – управляющими системами производства ООО «Ингортех». Дополнительным фактором, способствующим повышению качества обучения студентов – электромехаников, является участие студентов в семинарах и научно – практических конференциях, организуемых кафедрой совместно с ООО «Ингортех». На базе лабораторий кафедры ведётся также профессиональная переподготовка и повышение квалификации персонала для организаций угольной отрасли.

This article examines methods of improvement of training quality of the Electromechanics Department graduates, on the basis of training laboratories, equipped with modern multifunctional informational control systems, manufactured by «Ingortech» LLC. Electromechanics students participation in seminars and theoretical and practical conferences, organized by the Electromechanics Department together with «Ingortech» LLC, is an additional factor, favouring improvement of training quality. Department also carries out professional refresher courses and improvement of professional skills of personnel for coal-mining industry.

#### **УДК 330. 322(075)**

Эффективность инвестиций в трудовую деятельность / В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 170.

В статье рассмотрены проблемы оценки эффективности трудовой деятельности персонала металлургических предприятий. Анализ научных концепций позволил выделить несколько методических подходов к оценке эффективности инвестиций в трудовую деятельность персонала предприятия. Ил. 2. Табл. 2. Библ. 5.

In the article the problems of an evaluation of efficiency of labour activity of staff of the metallurgical enterprises are considered. The analysis of the scientific concepts has allowed to select some methodical approaches to an evaluation of efficiency of the investments in labour activity of staff of the enterprise. Fig. 2. Tab. 2. Ref. 5.

#### **УДК 338. 669(06). 658.012**

Механизм использования ресурсов с позиции развития металлургического комбината / В.А. Быстров, Е.С. Вуцан, П.К. Дьяков, Н.В. Вдовин // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2014. – № 16. – С. 179.

В статье рассмотрены проблемы развития черной металлургии как в России, так и в зарубежных развитых странах за период 2009–2012 гг. Указаны внешние факторы, сдерживающие развитие металлургического комплекса в России и предложены мероприятия, определяющие рост спроса на металлопродукцию. Ил. 4. Табл. 3. Библ. 11.

In the article the problems of development of black metallurgy both in Russia, and in foreign developed countries for period 2009-2012 are considered. The external factors constraining development of a metallurgical complex in Russia are indicated the measures determining increase of demand on metal production and are offered. Fig. 4. Tab. 3. Ref. 11.

δφ<sub>3</sub>

*Научное издание*

ВЕСТНИК  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Выпуск 16, 2014 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 01.03.2014 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.  
Печать офсетная. Усл.печ.л. 23,97. Уч.-изд.л.21,7. Тираж 300 экз. Заказ № 136

Отпечатано в  
Издательском центре  
Сибирского государственного индустриального университета

206