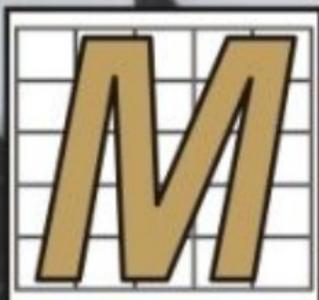


ISSN-2073-0098

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND PRODUCTION MAGAZINE



МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК

MINE SURVEYING BULLETIN

№3 2012

Май - Июнь

May - June

ФГУП Гипроцветмет
г. Москва

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC - TECHNICAL END PRODUCTION MAGAZINE



Цветная МЕТАЛЛУРГИЯ

Nonferrous metallurgy



ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ» извещает о продолжении издания научно – технического журнала «Цветная металлургия», ранее издаваемым ОАО «ЦНИИцветмет экономики и информации». Рубрики журнала: Общие вопросы экономики; горное дело, вещественный состав руд и горно – металлургического сырья, обогащение и пробоподготовка, металлургия, в том числе вторичная, редкие металлы и полупроводниковые материалы, экология и охрана окружающей среды, комплексное использование сырья, экономика, организация и управление производством, общеинженерные проблемы, в том числе снижение энергоемкости и ресурсосбережение производств, хроника.

Журнал выпускается раз в два месяца, объемом от 68 полос, формата А.

Для подписки во втором полугодии 2012 года и 2013 года, надо прислать заявку на адрес института: 129515, Москва, а/я 51, «Гипроцветмет»-МВ, ул. Академика Королева 13, стр.1 офис 607

по факсу (495) 660-92-00, доб.4-19, или по электронной почте: metago@mail.ru; office@giproctm.ru.

Со второго полугодия подписка на журнал «Цветная металлургия» осуществляется в Агентстве «Роспечать», подписной индекс 81090, раздел «Журналы России», и также в редакции журнала.



Уважаемые коллеги!

Продолжая традиции ЦНИИцветмет экономики и информации, более 50 лет выпускавшего журнал, мы намерены и дальше нести высокое звание «Издатель». Рассчитываем, что это позволит наполнить журнал новым содержанием, сделать его более насыщенным как в техническом, так и в эстетическом плане, привлечь новых авторов, научные коллективы и предприятия. Современные тенденции и конкуренция требуют более тщательного отбора статей, надлежащего их оформления. Проникновение журнала на новые рынки сбыта научной продукции – одна из первоначальных задач. Также мы будем стремиться к тому, чтобы наш журнал был включен в перечень ведущих научных изданий ВАК Минобразования и науки РФ.

Главным редактором журнала и Председателем его редакционного совета избран Заслуженный деятель науки и техники, дважды лауреат премии Правительства РФ, академик Российской и международной инженеринговой академии наук, доктор технических наук, профессор Андрей Владимирович Тарасов, чьи знания и авторитет в научном мире и среди производственных организаций, несомненно, будут способствовать успешному развитию журнала.

Директор ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»
А.В.Потылицын

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC - TECHNICAL END PRODUCTION MAGAZINE

1
2012

Цветная МЕТАЛЛУРГИЯ

Nonferrous metallurgy



ФГУП «Гипроцветмет»
г. Москва

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC - TECHNICAL END PRODUCTION MAGAZINE

2
2012

Цветная МЕТАЛЛУРГИЯ

Nonferrous metallurgy



г. Москва

Журнал издается 20-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходявших в России и СССР в 1910-1936 гг.

Издатель – ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»
Директор, кандидат экономических наук *Потылицын Виталий Алексеевич*

Председатель Редсовета, д.т.н., проф.,
Академик АГН
Иофис Михаил Абрамович

Члены Редсовета:

<i>Гордеев В.А.</i>	<i>Макаров Б.Л.</i>
<i>Гусев В.Н.</i>	<i>Макаров А.Б.</i>
<i>Загибалов А.В.</i>	<i>Милетенко Н.А.</i>
<i>Залялов Ильхан М.</i>	<i>Навитный А.М.</i>
<i>Зимич В.С.</i>	<i>Попов В.Н.</i>
<i>Зыков В.С.</i>	<i>Стрельцов В.И.</i>
<i>Казикаев Д.М.</i>	<i>Толпегин Ю.Г.</i>
<i>Калинченко В.М.</i>	<i>Трубчанинов А.Д.</i>
<i>Кашников Ю.А.</i>	<i>Черепнов А.Н.</i>
<i>Киселевский Е.В.</i>	<i>Шадрин М.А.</i>
<i>Козловский Е.А.</i>	<i>Юнаков Ю.Л.</i>
<i>Кузьмин Ю.О.</i>	

Редакция:

Главный редактор
КАПИТОНОВ Сергей Иванович
тел.8-916-919-82-71

Зам.главного редактора и корректор
НИКИФОРОВА Ирина Львовна
тел.8-926-247-32-51

Редактор
МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

Дизайн полноцвета
АЛПАТОВ Алексей Васильевич

Адрес: 129515, Москва, а/я №51 –
«Гипроцветмет»–МВ,
ул.Акад.Королева, 13, стр.1 оф.607

Тел/факс: (495) 616-95-55-МВ
Тел. (495) 660-92-00 доб.4-19
E-mail: office@giprocm.ru; metago@mail.ru
<http://www.giprocm.ru>

Выходит 6 номеров в год.
Регистрационное свидетельство
Министерства печати и информации
РФ №0110858 от 29 июня 1993 г.

Отпечатано в типографии «П-Центр»
Формат А4, тираж 990 экз.,
усл. печ. л. 8,0

Подписано в печать 21.05.2012 г.

Индексы в каталогах:
Агентства Роспечати 71675,
Почта России 90949,
Урал-Пресс 71675

В течение года можно оформить
подписку на журнал через редакцию

За точность приведенных сведений и
содержание данных, не подлежащих
открытой публикации, несут ответственность авторы.
Мнения авторов могут не совпадать с
мнением редакции.
Рукописи не возвращаются!

Ордена им.В.Н.Татищева «За пользу Отечеству»
НТИП журнал

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ МВ ВЕСТНИК

№3 (89), май – июнь, 2012 г.

Учредители:
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

Журнал входит в перечень ве-
дущих научных изданий ВАК
Минобразования и науки РФ

*«Что такое цивилизация? Это постоянные
открытия, которые совершает на каждом шагу
шестеющий вперед человеческий разум»*

В.Гюго

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРО-
ИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**
- **ЮБИЛЕИ**
- **ИНФОРМАЦИЯ**





Мы – учредители, издатель и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляем наших читателей с праздником 1 Мая и 65 годовщиной Великой Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Желаем Ветеранам войны и труда доброго здоровья, успехов в труде, благополучия и личного счастья!

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ	
В.А.Киселев, О.А.Трибуц. Вывод формулы для расчёта коэффициента влияния разломов на кадастровую стоимость земель населённых пунктов.....	5
Ю.И.Волков, Н.Т.Фатеев. Перспективные технологии укрепления оснований фундаментов зданий и сооружений в строительстве и закрепление трещиноватых пород в горном деле	9
Р.Ш.Маннанов, А.П.Зверев, В.А.Ангелов, В.С.Лавенков. Исследование составов и способов приготовления закладочных смесей на подземных передвижных закладочных установках.....	12
– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС	
В.Н.Гусев, Е.М.Волохов. Направления научных исследований на кафедре маркшейдерского дела Санкт-Петербургского государственного горного университета	17
Б.Н.Дьяков. О надёжности спутниковых геодезических сетей	22
В.И.Павлов. Топографо-геодезическое обеспечение гравиметрических съёмок	24
Ф.М.Аггеев. К вопросу дешифрирования возраста и содержания древних карт.....	29
– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ	
В.В.Зубков, А.А.Вьюников, И.А.Зубкова. Геомеханическое обоснование проекта отработки сближенных пластов «Пятый» – «Мощный» на шахте «Северная» ОАО «Воркутауголь»	41
Е.М.Волохов, Нгуен Суан Бак, Е.С.Рожнов. Расчет деформаций земной поверхности в любом сечении мульды сдвижения на основе аналитического задания типовой кривой.....	44
Ю.В.Васильев, М.Л.Юрьев, В.Д.Трушин, А.Ю.Шатилин, А.В.Филатов. Проблемы обеспечения геодинамической безопасности Нижневартовской ГРЭС	50
– ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
В.И.Ляшенко, В.П.Стусь. Охрана окружающей среды в зоне влияния уранового производства	55
Т.В.Михайлова. Системная структуризация мониторинга безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких горнопромышленных отходов.....	61
– ЮБИЛЕИ	64
– ИНФОРМАЦИЯ	66

В.А.Киселев, О.А.Трибуц

ВЫВОД ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТА ВЛИЯНИЯ РАЗЛОМОВ НА КАДАСТРОВУЮ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Рассмотрены вопросы определения кадастровой стоимости земель урбанизированных территорий в случае присутствия разломов на территории оцениваемых участков. Приведены определения разломов, находящихся в активном и неактивном состоянии. Показана модель обобщенного разреза разломной зоны, отражающего закономерности ее радоновой активности. Предложено при оценке кадастровой стоимости земель, нарушенных разломами, рассматривать систему факторов, включающую в себя ранг разлома, его тип и степень тектонической активности. Выведена формула для расчёта интегрального оценочного показателя влияния разломов на кадастровую стоимость земель населённых пунктов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: разлом; аварийность; кадастровая стоимость земель; удельный показатель кадастровой стоимости; структура разлома; ранг разлома; тип разлома; степень активности разлома; радоновая активность.



В.А.Киселев О.А.Трибуц

Известно, что разнообразные деформации земной поверхности были и остаются источниками негативного влияния на состояние транспортных, инженерных, подземных коммуникаций, зданий и сооружений [5, 7, 10, 14, 18]. Особенно существенно это влияние проявляется на урбанизированных территориях, поскольку при плотной городской застройке очень велика вероятность попадания объектов недвижимости на зоны разломов, а также возрастают нагрузки на грунт и интенсивность освоения подземного пространства [1, 2].

Разлом земной коры – это трехмерное геологическое тело, представляющее собой разрывную зону, различную по своему строению и составу в разных частях [17]. Разломы многообразны в своих проявлениях, однако их внутренняя структура едина [15]. Основными структурными элементами зоны динамического влияния разлома являются осевая зона, магистральный разлом и крылья [9]. Различают разломы неактивные и «живущие», или «активные». Под активными разрывными нарушениями понимаются такие, подвижки в которых, сопровождаемые (или не сопровождаемые) землетрясениями любой магнитуды, наблюдались в четвертичный период [6]. Причём, вопреки сложившемуся мнению о малой активности платформенных разломов (в пределах 1-5 мм в год) по сравнению с горными, появились сведения о современных суперинтенсивных деформациях (СД) земной поверхности до 50-70 мм в год, приуроченных к зонам разломов. И максимальные значения деформаций наблюдаются именно на равнинных территориях [3].

Рассмотрим примеры негативного влияния зон разломов на жилые и общественные здания. В статье [8] говорится о массовых деформациях жилых домов и чрезвычайных происшествиях на месте строительства 8-этажной больницы в пос. Малино Ступинского района Московской области, что связано опять же с расположением данных объектов в зоне влияния разломов II и III рангов. Авторы статьи [14] также связывают деформации 9-этажного дома по ул. Мусорг-

ского д.6 в Екатеринбурге с наличием разломов. Ещё одним примером влияния зоны разлома на жилые здания является внезапное обрушение в 1997 г. двухэтажного кирпичного здания городской средней школы в г.Высоцке Выборгского района Ленинградской области. Оконтуривание здания школы пятью профилями ССП (сейсмодинамического профилирования) позволило специалистам НТФ "Геофизпрогноз" выявить два разлома, пересекающих его фундамент (рис.1). Они соответствовали системе визуально наблюдаемых трещин в стенах школы [19].

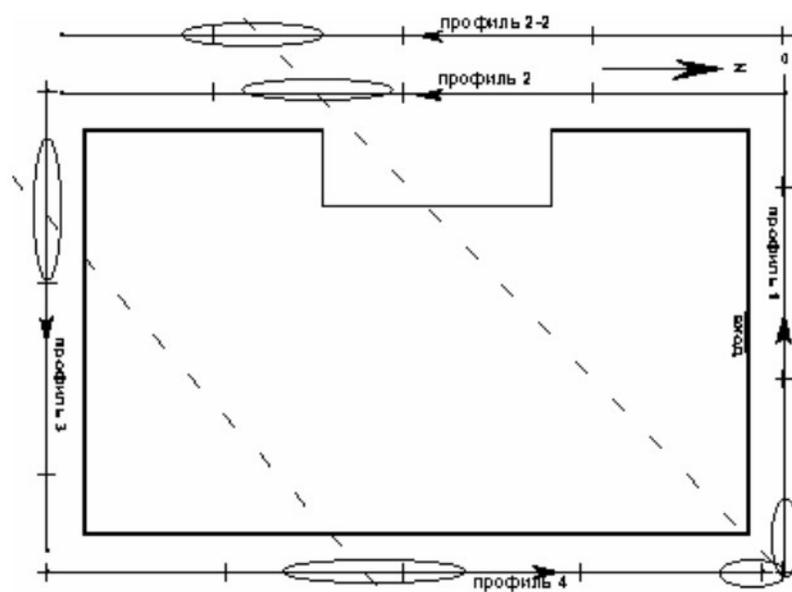


Рис. 1. ССП-профилирование школы г.Высоцка (по А.Г.Гликману)

Несмотря на значительное воздействие разломов на состояние земель, этот факт не нашёл отражения в существующих методиках кадастровой оценки земель, в частности земель населённых пунктов [16]. В то же время кадастровая стоимость земельного участка – это расчетная величина в денежном выражении, отражающая представления о ценности (полезности) земельного участка. Полезность означает способность объекта недвижимости удовлетворить потребности собственника в конкретном месте и периоде времени и выступает ключевым критерием для оценки любого недвижимого имущества [11]. При наличии разломов полезность земельного участка, очевидно, понижается. Основой для расчета кадастровой стоимости земельных участков служат удель-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ные показатели кадастровой стоимости, являющиеся расчетной величиной, представляющей собой кадастровую стоимость единицы площади земель населённых пунктов по видам функционального использования земель [12].

Одним из методов выявления активных разломов на практике является измерение концентрации радона в почвенном воздухе. Выполненные Боб-

ровым А.А исследования и проведенная интерпретация полученных им для платформы и рифта материалов позволили ему представить результаты эмпирических исследований в виде обобщенного разреза разломной зоны, отражающего закономерности ее радоновой активности в тесной взаимосвязи с особенностями внутреннего строения (рис. 2) [4].

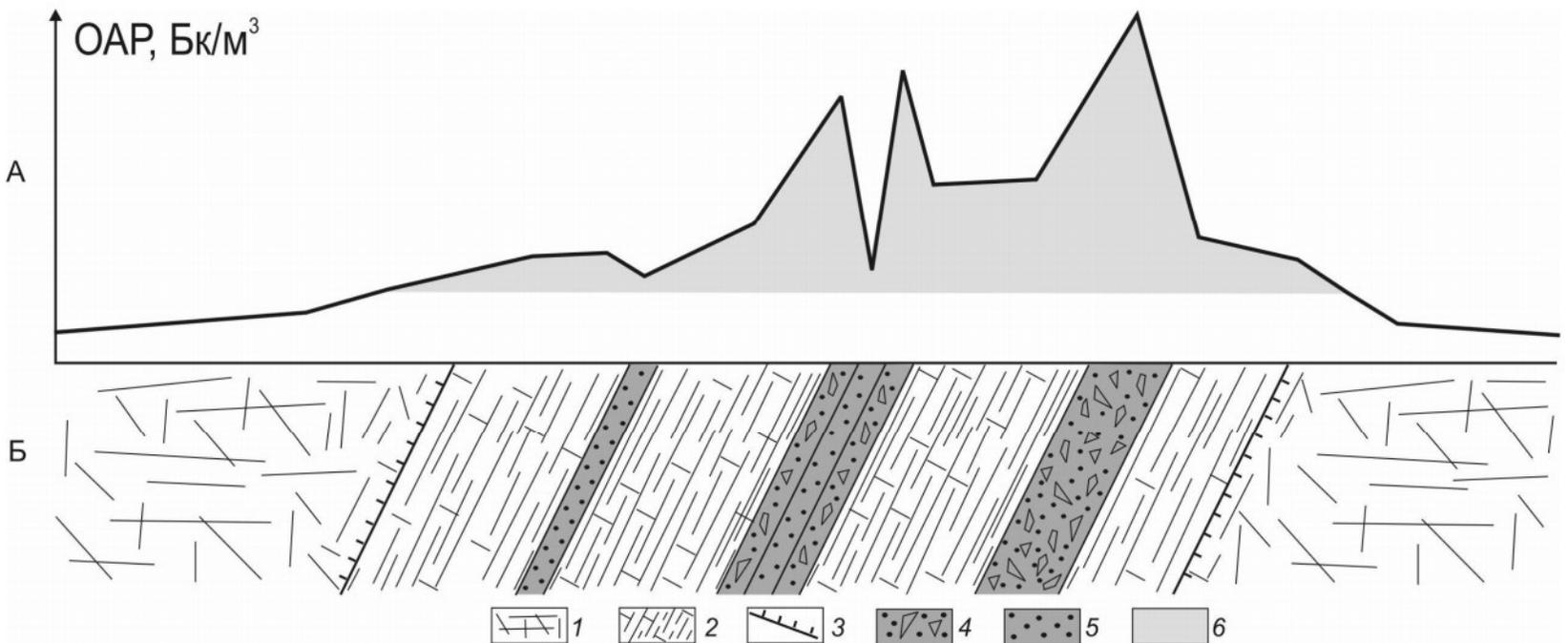


Рис. 2. Обобщенная модель распределения поля объемной активности радона (OAP) над условной разломной зоной (по А.А. Боброву)

А. График концентрации объемной активности радона (OAP) в почвенном воздухе над разломной зоной
 Б. Геологический разрез, отражающий структуру разломной зоны: 1 – хаотическая трещиноватость вмещающих пород, 2 – зона сопутствующей трещиноватости и разрывов второго порядка, 3 – границы разломной зоны, 4 – тектонит, представленный разломной брекчией, 5 – тектонит, представленный глиной трения, 6 – область графика, для которой величина OAP больше среднеарифметического значения по профилю

Согласно представленной на рис.2 модели разломная зона выделяется в поле радона в виде аномалии, поперечные размеры которой превышают ширину полосы повышенной плотности открытых трещин. Форма аномалии асимметрична и расширяется в более нарушенном разрывах крыле. Объемная активность радона увеличивается от краевых частей к оси, но, вместе с тем, имеют место колебания параметров, положение и размер которых обусловлены наличием сместителей разломной зоны, представленных тектонитами. При переработке материала крыльев до глины эти локальные аномалии выражены минимумами, в случае наличия пронизанной микротрещинами разломной брекчии – максимумами.

В связи с тем, что вариации абсолютных значений параметра OAP в разломных зонах обусловлены различными факторами, это создает определенные трудности для сопоставления объектов, располагающихся на разных территориях. В связи с этим для

сравнения радоновой активности разломов разного типа, ранга и тектонической активности Бобровым А.А был использован показатель радоновой активности (K_Q), принадлежащий к группе относительных величин, обычно используемых для сравнения разнотипных объектов. Он вычислялся как отношение максимального для соответствующего дизъюнктива значения параметра OAP к его наименьшей величине, имеющей место в любом из крыльев сразу после аномального участка, обусловленного наличием разломной зоны. Высокие значения K_Q свидетельствуют о контрастности связанной с разломом аномалии, а низкие – о ее незначительном отличии от величины OAP в крыльях. Сопоставление K_Q для разнотипных и разноранговых разломов проводилось посредством определения его средних значений по отдельным выборкам, которым соответствовали группы дизъюнктивов, различающиеся по тектонической активности, морфогенезису и рангу разлома (рис.3).

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

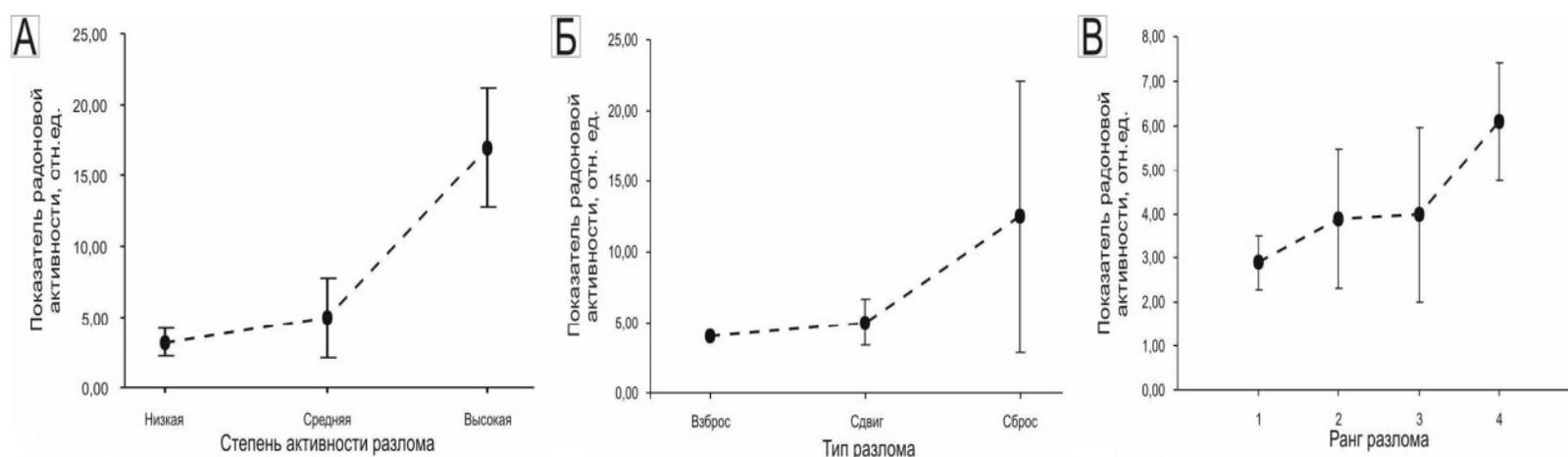


Рис. 3. Графики, иллюстрирующие основные тенденции изменений показателя радоновой активности у разломов, отличающихся степенью тектонической активности (А), морфогенетическим типом (Б), масштабным рангом (В) (по А.А. Боброву)

Как видно из рис.3, у разломов с большей степенью тектонической активности K_Q выше (рис.3А). Из графика распределения средних значений показателя K_Q (рис.3Б) видно, что сбросы характеризуются более высокими значениями, чем сдвиги, и, соответственно, взбросы. Таким образом, при растяжении, и, следовательно, преобладании сбросов, наблюдается повышение концентрации радона, а при сжатии – уменьшение. Распределение среднего показателя K_Q , подсчитанного для каждой из групп рангов разломов, отображено на рис.3В, из которого следует, что увеличение ранга дизъюнктива приводит к росту показателя K_Q .

Авторами данной статьи предлагается при оценке кадастровой стоимости земель, нарушенных разломами, рассматривать систему показателей, определяющих качество и условия развития процессов, влияющих на ухудшение их состояния, включающую в себя ранг разлома, его тип и степень тектонической активности. Сведение разнокачественных факторов в интегральный оценочный показатель необходимо проводить в балльной форме с помощью взвешивающих коэффициентов. А коэффициенты влияния каждого из показателей предлагается определять на основе полученных Бобровым А.А. показателей радоновой активности K_Q . Соответственно, процесс кадастровой оценки земель населённых пунктов с учётом зон разломов должен включать в себя определение интегрального показателя влияния разлома на состояние земель и расчёт кадастровой стоимости земельных участков с учётом полученного коэффициента.

В табл.1 представлены значения коэффициентов значимости для каждого показателя: K_{CA} – коэффициент значимости степени активности разлома, K_T – коэффициент значимости типа разлома, K_P – коэффициент значимости ранга разлома. Данные коэффициенты устанавливаются по следующему принципу: наибольший из них (0,9) присваивается значению соответствующего показателя с наибольшим

значением K_Q , т.е. с наибольшим показателем радоновой активности, остальные вычисляются пропорционально [табл.1].

Таблица 1

Система показателей для определения влияния разлома на кадастровую стоимость земель населённых пунктов

Название показателя	K_Q , отн. ед.	K_{CA} , отн. ед.
Степень активности разлома		
Низкая	3	0,16
Средняя	5	0,26
Высокая	17	0,9
Тип разлома		
	K_Q , отн. ед.	K_T , отн. ед.
Взброс	4	0,3
Сброс	5	0,38
Сдвиг	12	0,9
Ранг разлома		
	K_Q , отн. ед.	K_P , отн. ед.
1	2,7	0,4
2	3,8	0,57
3	4	0,6
4	6	0,9

Весы для всех показателей устанавливаются на основе метода анализа иерархий (МАИ) с использованием процедуры парного сравнения [13]. На основе шкалы для выявления приоритета одного показателя над другим (табл.2) составлена матрица парных сравнений показателей и подсчитаны значения нормированных приоритетов Π , которые и будут являться весами для показателей степени активности, типа разлома и ранга разлома (табл.3).

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 2

Шкала абсолютных значений для оценки приоритетов

Степень предпочтения	Определение	Комментарии
1	Равная предпочтительность	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабая степень предпочтения	Промежуточная градация между равным и средним предпочтением
3	Средняя степень предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Предпочтение выше всего	Промежуточная градация между средним и умеренно сильным предпочтением
5	Умеренно сильное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив явно предпочтительнее другой
6	Сильное предпочтение	Промежуточная градация между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
7	Очень сильное (очевидное) предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой: доминирование альтернативы подтверждено практикой
8	Очень, очень сильное предпочтение	Промежуточная градация между очень сильным и абсолютным предпочтением
9	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение

Таблица 3

Матрица парных сравнений показателей (значения показывают доминирование фактора, расположенного слева, над фактором, расположенным сверху)

Название показателя	Степень активности разлома	Тип разлома	Ранг разлома	Нормированные приоритеты П
Степень активности разлома	1	2	3	0,53 (П1)
Тип разлома	1/2	1	2	0,3 (П2)
Ранг разлома	1/3	1/2	1	0,17 (П3)

Интегральный показатель влияния разлома на кадастровую стоимость земель K предлагается вычислять по формуле:

$$K = 1 - (K_{CA} \times П1 + K_T \times П2 + K_P \times П3). \quad (1)$$

На рис.4 схематично изображён земельный участок, через который проходит зона разлома.

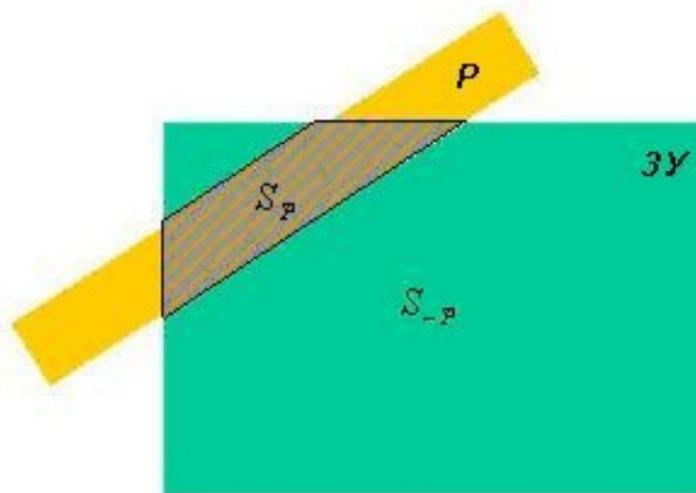


Рис. 4. Схема земельного участка, подверженного влиянию разлома

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

ЗУ – земельный участок; Р – разлом; $S_{п-р}$ – площадь земельного участка, не подверженного влиянию разлома; S_p – площадь земельного участка, подверженного влиянию разлома

Формула для определения кадастровой стоимости земельного участка с учётом зон разломов представляет собой произведение удельного показателя кадастровой стоимости данного вида функционального использования земель на площадь участка и на интегральный коэффициент влияния разлома K :

$$KCЗУ = УПКС \times S_{п-р} + УПКС \times S_p \times K, \quad (2)$$

где $KCЗУ$ – кадастровая стоимость земельного участка, руб.; $УПКС$ – удельный показатель кадастровой стоимости земельного участка, руб./м²; $S_{п-р}$ – площадь земельного участка, не подверженного влиянию разлома; S_p – площадь земельного участка, подверженного влиянию разлома; K – коэффициент влияния разлома на кадастровую стоимость земель.

Подводя итог всему вышеизложенному, следует отметить следующее. При кадастровой оценке земель населённых пунктов подлежат учету различные факторы, условно разделяемые на физические, социальные, экономические и политические. Однако на практике учитываются не все условия, в числе прочих не учитывается такой важный фактор, как наличие разломов земной коры. В силу того, что мы имеем дело с урбанизированными территориями, населёнными и застроенными, этот факт имеет особое значение. Одним из признаков наличия разлома на территории являются радоновые эманации. Радоновая активность разломных зон при прочих равных условиях зависит от их тектонической активности, размера и морфогенетического типа. Она больше у сбросов по отношению к сдвигам, возрастает с увеличением масштабного ранга и степени тектонической активности разлома. Авторы статьи предлагают вычислять интегральный показатель K , отражающий степень

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

влияния разлома на кадастровую стоимость земель, на основании относительного показателя радоновой активности K_Q , используя метод анализа иерархий (МАИ).

Литература

1. Батугин А.С., Батугина И.М., Болотный Р.А. К оценке геодинамического риска в мегаполисах // ГИАБ. - 2008. - №6. - С.141-143.

2. Батугин А.С., Болотный Р.А. Оценка геодинамического риска для территорий мегаполисов (на примере г.Реутова Московской области) [Электронный ресурс] // ГИАБ - 2009. - № 4. - С. 132-134. Режим доступа: http://www.giab-online.ru/files/Data/2009/4/Batugin_4_2009.pdf.

3. Бедеров А., Кузьмин Ю.О. Современная аномальная геодинамика недр – новый фактор экологического и страхового риска // Страховое дело, 1997, №3, С.28-33.

4. Бобров А.А. Структура разломных зон земной коры по данным радоновой съемки: на примере Западного Прибайкалья и Южного Приангарья: диссертация кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.03 /Бобров Александр Анатольевич; [Место защиты: Ин-т земной коры СО РАН] - Иркутск, 2010 - Количество страниц: 130 с. ил. Иркутск, 2010 130 с.

5. Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И. Определение устойчивости территории зон тектонических нарушений методом спутникового нивелирования //Инженерный вестник Дона. -2010. -№3.

6. Гинтов О.Б. Строительство и мониторинг крупных промышленных объектов [Электронный ресурс] // Институт геофизики НАН Украины. - Киев, Украина. –2009. Режим доступа: <http://dSPACE.nbuv.gov.ua:8080/bitstream/handle/123456789/12482/01-Gintov.pdf?sequence=1>

7. Киселёв В.А., Гусева Н.В., Гончаров Е.В., Журавлёв Е.В. Методика создания прогнозных карт геодинамической обстановки на территориях горных отводов станций подземных хранилищ газа // Маркшейдерский вестник. - 2010. - №4. – С.30-35.

8. Кужелёва А. С., Батугин А. С. Геодинамическое состояние района строительства экогорода Новое Ступино // Научный вестник МГТУ. -2011. - № 8(17). - С.36-39.

9. Лобацкая Р.М. Структурная зональность разломов. М.: Недра. - 1987. - 27 с.

10. Мельников Е.К., Шабаров А.Н. Оценка роли геодинамического фактора в аварийности трубопроводных систем // Записки Горного института. - 2010. - №188. – С.203-206.

11. Петров В.И. Оценка стоимости земельных участков: учебное пособие / В.И. Петров; под ред. д-ра эк. наук, проф. М.А. Федотовой. - М. : КНОРУС, 2007. -208с.

12. Приказ федеральной службы земельного кадастра России от 17 октября 2002 г. №П/37 «Об утверждении методики государственной кадастровой оценки земель поселений».

13. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. ред. А.В.Андрейчиков, О.Н.Андрейчикова. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 360 с.

14. Сашурин А.Д., Панжина Н.А. Влияние земных разломов на прочностные характеристики зданий и сооружений // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, №1, 2010г.

15. Семинский К.Ж. Внутренняя структура континентальных разломных зон. Тектонофизический аспект. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2003.-244 с.

16. Трибуц О.А. О составе инженерно-геологических факторов при кадастровой оценке земель населённых пунктов // Сборник трудов Международной научно-практической конференции Молодых ученых и студентов «Опыт прошлого – взгляд в будущее». - Тула. – 2011. – С. 447-450.

17. Шабаров А.Н., Филинков А.А., Зубков В.В. и др. Методические указания по оценке склонности рудных и нерудных месторождений к горным ударам / СПГГУ, Спб, 2011г.

18. Щербаков А.Н., Бедеров А.А., Кузьмин Ю.О. Методический подход к оценке риска в экологическом страховании на примере геодинамического риска (аномальной деформации) земной поверхности // Сборник РАН (ВИНИТИ) «Проблемы окружающей природной среды и природных ресурсов» - № 7. - 2007 г.

19. <http://www.newgeophys.spb.ru/ru/book2/12-1.shtml>

Владимир Алексеевич Киселев, к.т.н., доцент;
Ольга Александровна Трибуц, аспирант
(кафедра Инженерной геодезии Национальный минерально-сырьевой университет “Горный”, г.Санкт-Петербург, тел.(812)328-84-13)

Ю.И.Волков, Н.Т.Фатеев

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Рассмотрены способы виброинъекционного закрепления грунтов основания фундаментов зданий и сооружений при строительстве и реконструкции. Рассмотрены области применения и объекты использования способа, перспективы дальнейших исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: основание фундаментов; виброинъекционное закрепление грунтов; несущая способность; инъекционный элемент.

Постоянное расширение объемов производства и областей применения различных геотехнологий требует создания новых материалов и оборудования. Разработка и усовершенствование методов создания искусственных

оснований является одной из наиболее актуальных проблем, требующих решения при строительстве на слабых водонасыщенных грунтах со степенью влажности более 0,8 и модулем общей деформации меньше 5 МПа. Со-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

оружения, построенные на таких грунтах, испытывают большие осадки из-за малой прочности естественных оснований. При коэффициенте фильтрации глинистых грунтов $10^{-8} - 10^{-10}$ м/сек, удельном сцеплении 0,01-0,3 МПа и угле внутреннего трения $\varphi=5-12^{\circ}$ процесс уплотнения их происходит длительное время и методы строительства на них сильно усложняются.

Наиболее распространенными методами подготовки основания в таких условиях являются: песчаные подушки, вертикальные геодрены, песчаные, известковые и щебенистые сваи, свайные фундаменты, в том числе и буросмесительные с использованием тяжелой техники. Система расчета таких оснований сложная, строительство длительное.

В последнее время исследователями разрабатывается новая концепция улучшения и управления свойствами массивов пород в основании зданий и сооружений, основанная на снижении напряжений в перенапряженных зонах основания под фундаментами или в непосредственной близости от них и передачи их равномерно на весь массив грунта. Эта идея положена в основу создания геотехногенных массивов - принципиально нового вида оснований инженерных

сооружений. Несущая способность такого массива повышается благодаря двум процессам – уплотнению и армированию грунта за счет образования в нем жестких включений, позволяющих улучшать прочностные и деформационные свойства любых сжимаемых дисперсных грунтов как природного, так и техногенного происхождения. Такие массивы принято называть «геокомпозит».

Метод «геокомпозит» можно применять для улучшения свойств грунтов под любым типом фундаментов: плитных, ленточных, столбчатых и свайных.

Способ создания искусственного основания методом «геокомпозит», на наш взгляд, требует слишком большого объема работ по устройству геотехногенного массива и характеризуется сложностью расчета грунтового основания, представляющего собой многоуровневые структурированные гетерогенные тела, расположенные в естественном массиве.

В институте ВИОГЕМ разработана новая геотехнология для устройства искусственного основания в любых слабых грунтах путем создания инъекционных элементов из закрепленного грунта способом виброинъектирования (рис.1).

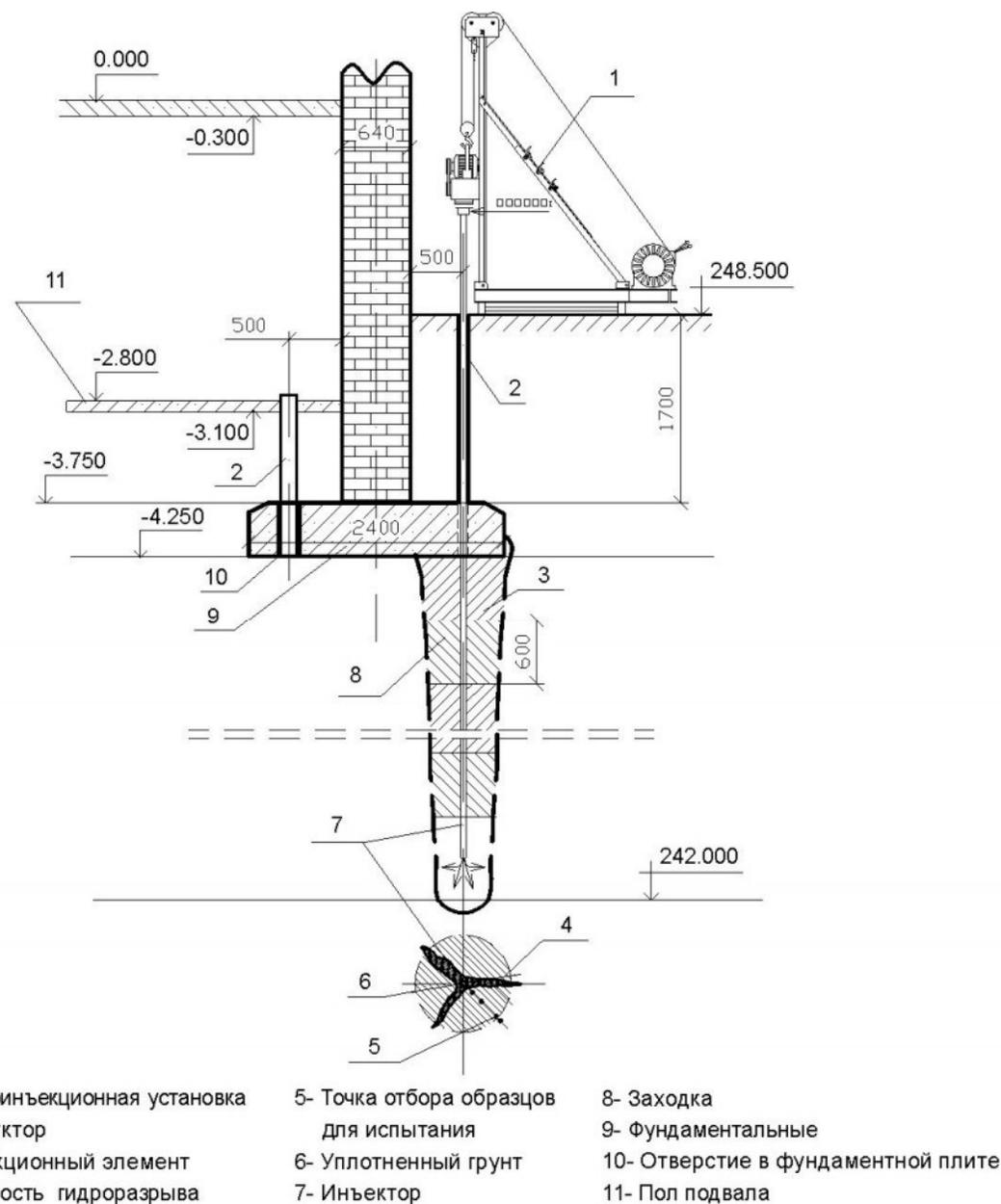


Рис.1. Технология создания инъекционного элемента

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Способ защищен патентами №2256028, 1805166, 2382850 и позволяет выполнить требования гл. 3 СНиП 2.02.01-83 и гл. 8 СНиП 2.02.03-85, согласно которых, если замачивание грунтов основания фундаментов строящихся зданий и сооружений возможно, обязательно следует предусматривать мероприятия по устранению просадочности грунтов в пределах всей просадочной толщи.

Использование вибрации для производства инъекционных работ позволяет в 1,7 раза повысить производительность работ и применить для закрепления экологически чистые цементные растворы в любых грунтах.

Виброинъекционная технология может применяться при создании «геомассива» закрепленного грунта и при сооружении отдельных вертикальных или наклонных инъекционных элементов с несущей способностью до 35-40 тс глубиной до 20 м.

Создаваемые виброинъекционным способом вертикальные элементы сравнительно однородны по структуре материала, могут сооружаться на большие глубины и рассчитываются по методике, используемой при расчете буронабивных свай (СП 50-102-2003). Несущая способность проверяется штамповыми испытаниями согласно ГОСТ 20276-99 или вдавливающими нагрузками согласно ГОСТ 5686-94.

При закреплении грунтов инъекцией с его гидроразрывом трещины гидроразрыва распространяются в вертикальном и редко в горизонтальном направлении и то лишь после нагнетания более чем 60% расчетного количества закрепляющего раствора в грунт.

Созданный инъекционный элемент представляет собой перевернутый усеченный конус в трех плоскостях из цементного камня и уплотненного грунта, образующихся в трещинах гидроразрыва, заполненных цементным камнем, расположенных под углом 120° друг к другу вокруг инъекционной скважины.

В практике закрепления грунтов основания фундаментов при реконструкции зданий и сооружений возникает необходимость выполнения закрепления под далеко расположенными фундаментами от точки инъектирования или при создании тонких ПФЗ. Для таких случаев в целях экономии закрепляющего раствора специалистами ВИОГЕМ разработана технология направленного инъектирования в режиме гидроразрыва, основанная на выполнении направленного гидроразрыва грунта в сторону фундаментов или рядом расположенной скважины.

Выполненные исследования по виброинъекционному закреплению грунтов использованы при разработке проектов и закреплении грунтов основания ленточных, плитных, столбчатых и свайных фундаментов на просадочных суглинках, насыпных грунтах и обводненных (писчих) мелах. За последние 10 лет институтом выполнено закрепление грунтов оснований на 47 объектах.

Наиболее сложный из них - это 3-х этажное здание постройки 1997 г. на ленточных фундаментах с фундаментными плитами шириной 2,4 м. Необходи-

мость закрепления грунтов возникла уже в 2003 г. Просадки на восточной фасадной стене северной части здания к 2005 г. составляли 190,5 мм, на западной - 108 мм. Здание имело трещины на всех этажах с раскрытием до 40 мм, особенно по линиям примыкания отдельных его частей. Для определения причин просадок выполнены дополнительные инженерно-геологические изыскания. В результате установлено, что грунты непосредственного основания фундаментов северной части здания сложены просадочными суглинками с начальным просадочным давлением 0,087 МПа и техногенно засоленными до глубины 9,2 м. Степень засоления превышает 0,16% от массы грунта.

Для предотвращения дальнейших деформаций здания ВИОГЕМ разработан рабочий проект и выполнено закрепление просадочных суглинков на глубину до 10 м виброинъекционным способом через отверстия в фундаментных плитах (ФЛ 24.12-1). Предотвращение прорывов закрепляющего раствора на поверхность при инъекции обеспечивалось с помощью вибротрамбованных цементно-песчаных свай, выполненных до фундаментных плит по новой оригинальной технологии. Прямые затраты на закрепление 1 м³ грунта в 2007 г. составили 5060 руб.

В 2008 г. в г.Старый Оскол выполнены работы по закреплению обводненных мелов в основании плитных фундаментов (рис. 2) по виброинъекционной технологии при строительстве 22-этажного жилого дома.



Рис.2. 22-этажное здание в г.Старый Оскол на закрепленных грунтах основания

Проект на закрепление был выполнен институтом ОАО «ГОРПРОЕКТ-1» г.Волгодонска и предусматривал усиление основания методом «геокомпозит».

При выполнении строительно-монтажных работ по виброинъекционной технологии затраты времени были сокращены на две недели, расход цемента уменьшен на 37 т.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Большой объем работ выполнен при реконструкции и надстройке зданий с ленточными фундаментами старой постройки, памятников культуры, церквей, учебных и спортивных зданий, дворцов культуры и больниц.

Выполнено закрепление грунтов основания плитных фундаментов двух секций десятиэтажного жилого дома без отселения жильцов и двух объектов на свайных фундаментах. В качестве вариантов использования рассматриваемой технологии на промышленных предприятиях можно привести следующие примеры: котельная на глинистых заторфованных грунтах в пойме р.Северский Донец, устройство фундаментов глубокого заложения на мелкозернистых обводненных песках в пойме р.Волги при строительстве бумагоделательной машины №8 на Балахинском комбинате ОАО «Волга», производственные корпуса механического завода в г.Юрий Польский Владимирской обл. на столбчатых фундаментах, устройство искусственных оснований столбчатых фундаментов при строительстве цеха на Липецком металлургическом комбинате, укрепление оползневых склонов на Сенгилеевском водозаборе г.Ставрополя, укрепление объектов Запорожской атомной электростанции.

Технологии, разработанные в институте, использовались для закрепления слабых трещиноватых горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и проходке подземных горных выработок и тоннелей.

По этому направлению в 2004-2010 гг. были выполнены исследования способа закрепления скальных уступов на одном из карьеров в Заполярье в зонах тектонических нарушений. Разработаны закрепляющие составы на цементной основе и способ инъекционного укрепления откосов уступов карьера при выведении их в нерабочее положение. Выполнены опытные работы на трех горизонтах карьера (рис.3).



Рис.3. Инъекционное оборудование на участке опытного закрепления скального уступа борта карьера

В целом институт ВИОГЕМ выполняет весь технологический комплекс работ по закреплению грунтов и горных пород: обследование объектов строительства и последующая их реконструкция; разработка технологических регламентов на производство работ с научным обоснованием способа закрепления; инженерно-геологические изыскания; разработка проектно-сметной документации; выполнение строительно-монтажных работ; инструментальные наблюдения за инженерным состоянием объектов строительства; мониторинг за состоянием уступов карьеров и бортов котлованов.

Перспективным направлением, которому уделяется внимание в настоящее время в институте, является разработка и применение нанодобавок к закрепляющим растворам для повышения прочности цементного камня, ускорения времени схватывания и повышения проникающей способности их в рыхлые грунты.

*Юрий Иванович Волков, к.т.н., с.н.с.;
Николай Трофимович Фатеев, к.т.н.
(ВИОГЕМ, г.Белгород, тел.(4722)26-05-23)*

Р.Ш.Маннанов, А.П.Зверев, В.А.Ангелов, В.С.Лавенков

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ И СПОСОБОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАКЛАДОЧНЫХ СМЕСЕЙ НА ПОДЗЕМНЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЗАКЛАДОЧНЫХ УСТАНОВКАХ*

**Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (ГК №16.525.12.5001).*

Приведены результаты исследования составов и способов приготовления закладочных смесей на подземных передвижных закладочных установках. Показана эффективность применения комплексов дробильного оборудования для приготовления закладочной смеси. Подтверждена необходимость включения в технологическую схему приготовления закладки операции перемешивания в смесителе. Установлена принципиальная возможность и обоснована перспектива замены цементного вяжущего в составе смеси на клинкер.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: закладочная смесь; передвижная закладочная установка; дезинтеграция; цемент; клинкер.

Подземные передвижные закладочные установки (ППЗУ) модульного типа представляют собой комплекс перемещаемого в выработках подземного руд-

ника оборудования для приготовления закладочной смеси, транспортирования ее до закладываемых подземных камер, водоотведения и очистки технологиче-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ских вод. Их отличия от стационарных закладочных комплексов [1, 2]:

а) сокращение расхода потребляемой энергии на производство наполнителей на закладочном комплексе, не менее чем на 15%;

б) сокращение расхода цемента, не менее чем на 12%;

в) повышение интенсивности освоения месторождений на 15% за счет своевременной закладки выработанного пространства;

г) сокращение объема выдаваемых на поверхность пород от проходки выработок на 10-15% за счет их утилизации при приготовлении закладочных смесей;

д) сокращение деформаций подрабатываемого горного массива и поверхности за счет сокращения времени стояния выработки с незаполненным закладочным массивом выработанным пространством;

е) возможность разработки малых месторождений;

ж) удобство разработки отдаленных участков, локальных рудных тел, запасов в бортах и основании карьера;

и) возможность оперативной ликвидации пустот в подземном пространстве мегаполисов и др.

Размещение ППЗУ в выработках подземного рудника позволяет использовать в качестве основного наполнителя закладочных смесей пустые породы, в том числе от проходки выработок. При этом практически полностью исключается необходимость выдачи последних на поверхность.

В 2011 г. в ходе испытаний макета оборудования для дезинтеграции компонентов закладочной смеси было установлено, что конусные инерционные дробилки типа КИД производства ЗАО «НТП «Механобр-техника» позволяют получать закладочные смеси требуемого гранулометрического состава, реологических свойств, а также прочностных и деформационных характеристик массивов, формируемых на их основе.

В 2012 г. для определения рациональных параметров и режимов технологии дезинтеграции проведены дополнительные испытания оборудования, установленного на промплощадке Учалинского подземного рудника. Представленная на рис.1 конусная инерционная дробилка КИД-300 является макетом промышленного высокопроизводительного оборудования для производства твердеющих закладочных смесей.



Рис.1. Макет оборудования для дезинтеграции компонентов закладочной смеси (КИД-300)

Составы закладочных смесей базировались на использовании в качестве наполнителя диабазовых пород, в качестве вяжущего - портландцемента марки М400, либо клинкера (табл.1). Проведено три серии опытов:

1. Первая серия испытаний являлась контрольной. Дробление диабазов производилось в мокром режиме, расход воды составлял 3,2 дм³/мин. После чего производилось перемешивание измельченного продукта с цементом и дополнительной водой (составы №№1 и 2, табл.1).

2. Во второй серии опытов подача цементного молока производилась непосредственно в рабочее пространство дробилки. При этом оценивалось качество перемешивания компонентов смеси в ходе дробления, однородность получаемой смеси на выходе из дробилки и возможность отказа от использования смесителя (составы №№3 и 4, табл. 1).

3. Третья серия опытов предполагала проведение пилотных испытаний по установлению принципиальной возможности использования в качестве вяжущего клинкера. Необходимое количество клинкера

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

шихтовалось с диабазом, после чего осуществлялась подача компонентов в дробилку, работающую под завалом. Дробление проводилось в мокром режиме (составы №№5-7, табл.1).

В ходе эксперимента установлено, что подача цементного молока в рабочую зону КИД-300 не обеспечивает равномерного перемешивания цемента с дробленными породами, а для получения однородной закладочной смеси необходима установка смесителя, в который должен подаваться раствор цементного молока и дополнительная вода. В ходе отработки такого режима приготовления закладочной смеси для исключения пыления в рабочую зону дробилки равномерно подавалась вода. Расход воды фиксировался. На основе этих данных рассчитывался необходимый дополнительный расход воды, который подавался в смеситель для достижения требуемого отношения Т:Ж. В ходе эксперимента установлено, что данный способ дозирования вяжущего в виде цементного молока, передаваемого в смеситель, является предпочтительным и более технологичным.

Ввиду того, что подача цемента сопровождается пылением, а для подземных условий правилами безопасности строго регламентирована необходимость разработки мероприятий по очистке шахтного воздуха от пыли или удаления его на общешахтную исходящую струю, в ходе проработки вариантов комплекса было предложено оценить возможность использования альтернативного цементу вяжущего. Проблема высокой стоимости цемента в составах закладочных смесей и его гидратация с потерей качества в процессе хранения является основным препятствием, сдерживающим применение систем разработки с твердеющей закладкой. Высокий расход и стоимость цемента снижает экономическую и экологическую эффективность разработки рудных месторождений. Использование цемента в составе закладочной смеси характеризуется следующими негативными факторами:

а) высокой стоимостью цемента и значительными объемами его потребления;

б) необходимостью доставки цемента с цементных заводов, расположенных, как правило, за многие сотни километров (на Учалинский ГОК поставка осуществляется из г. Коркино, расположенного за 190 км, на рудники Якутии и Норильского региона поставка осуществляется за несколько тысяч километров);

в) необходимостью большого объема погрузо-доставочных работ, связанных с доставкой цемента спецавтотранспортом, либо вагонами, оснащенными силосами, в контейнерах типа «биг-бэг»;

г) гидратация в процессе хранения цемента, имеющего большую удельную поверхность. Это вызывает потерю технологических свойств цемента (вяжущей активности);

д) необходимостью высоких капитальных затрат на строительство цементных элеваторов, мощных компрессоров, сети пневмотранспорта;

е) особенностями эксплуатации пневмотранспорта, сопровождающейся пылением, в результате чего в зоне функционирования закладочного комплекса территория покрыта тонкодисперсной цементной пылью;

ж) необходимостью очистки воздуха.

Перечисленные факторы обусловили выбор в качестве альтернативного вяжущего клинкера. Цементный клинкер стоит дешевле цемента, удобен для перевозки обычным грузовым авто- или ж/д транспортом, не пылит, не теряет вяжущую активность длительный период и по крупности соответствует исходному питанию конусных инерционных дробилок. Кроме этого, в отечественной горной практике имеется положительный опыт использования клинкера в качестве вяжущего в составе закладочных смесей [3].

Таким образом, цементный клинкер является реальной заменой цемента и может быть использован в качестве вяжущего компонента закладочной смеси, производимой на закладочном комплексе модульного типа.

Результаты испытаний, полученные в трех сериях опытов, представлены в табл.1.

Таблица 1

Результаты испытаний составов закладочных смесей

№ состава	Расход компонентов, кг/м ³					Основные физико-механические свойства			
	Цемент	Цементное молоко	Диабаз	Клинкер	Вода	Растекательность смеси, см	Плотность смеси, кг/дм ³	Прочность на 7 сутки, МПа	Прочность на 28 сутки, МПа
1	130	-	764	-	555	14	1,91	0,91	1,49
2	130	-	672	-	604	22	1,83	0,45	1,26
3	-	130	953	-	455	16	1,89	0,97	1,49
4	-	130	672	-	604	20	1,83	0,59	0,91
5	-	-	677	130	555	19,5	1,87	0,52	1
6	-	-	522	195	594	21	1,87	0,89	1,2
7	-	-	353	260	640	20,5	1,88	0,75	1,71

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Анализ данных таблицы и фото, приведенного на рис.2 свидетельствует, что закладочные смеси, получаемые на основе диабазов и цементного клинкера, получаются весьма однородными по составу, характеризуются благоприятными реологическими характеристиками.

Динамика набора прочности закладки – нарастающая. В возрасте 28 суток закладочные смеси на основе клинкера имеют прочность 1 МПа при расходе клинкера 130 кг/м^3 (рис.3).

Анализ гранулометрического состава закладочных смесей на основе клинкера свидетельствует, что

их благоприятные реологические характеристики обеспечиваются содержанием контрольного класса - 0,074 мм. В практике закладочных работ Учалинского подземного рудника содержание этого класса составляет 30-40%, что достигается помолом пород в шаровых мельницах.

При измельчении диабазов совместно с клинкером в дробилках КИД-300 достигается содержание класса -0,074 мм до 49% (рис.4). Необходимо отметить, что содержание тонких классов зависит от процентного соотношения диабазов и клинкера в смеси, подаваемой на дезинтеграцию.



Рис.2. Закладочная смесь, получаемая в результате подачи смеси диабазов и клинкера в дробилку КИД-300

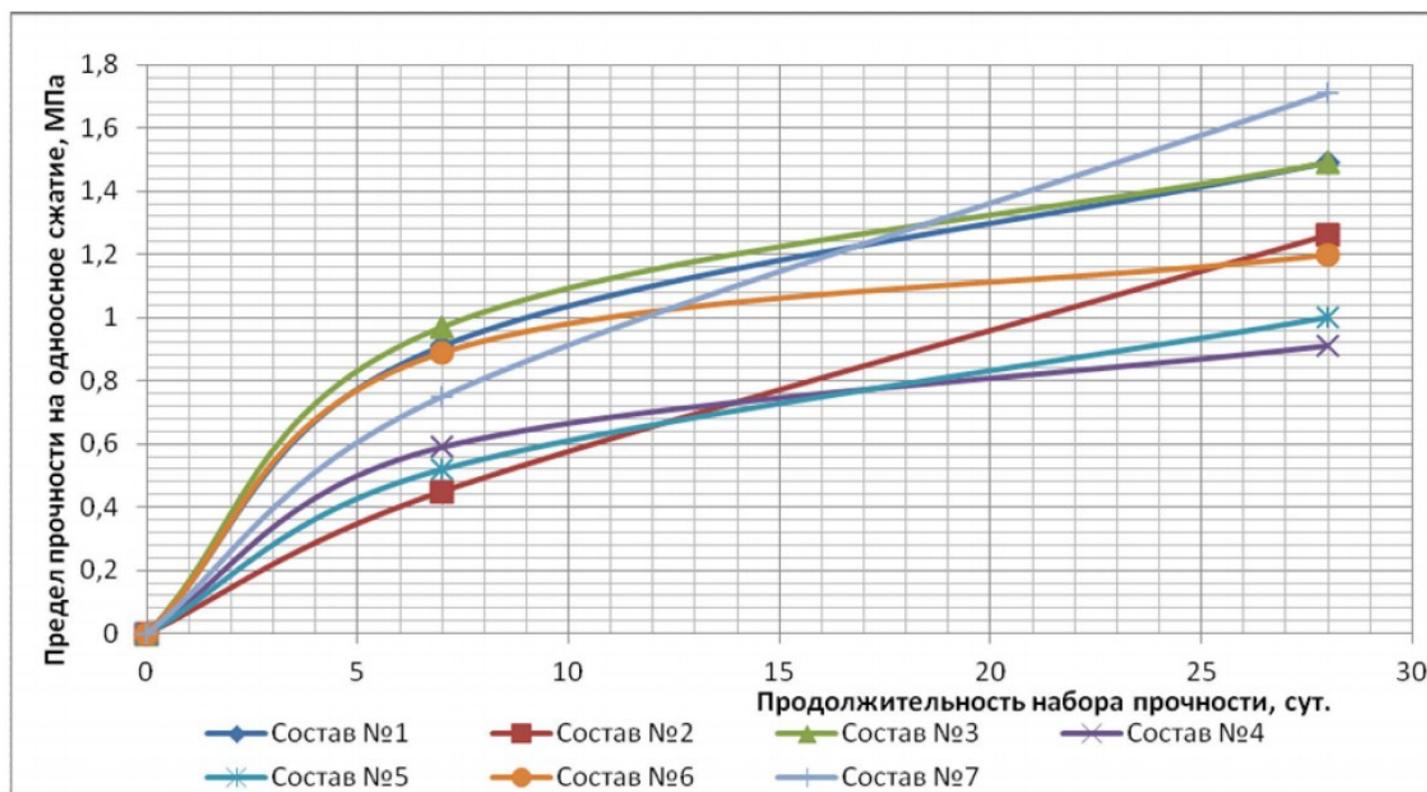


Рис.3. Динамика набора прочности составов, полученных в ходе проведения эксперимента

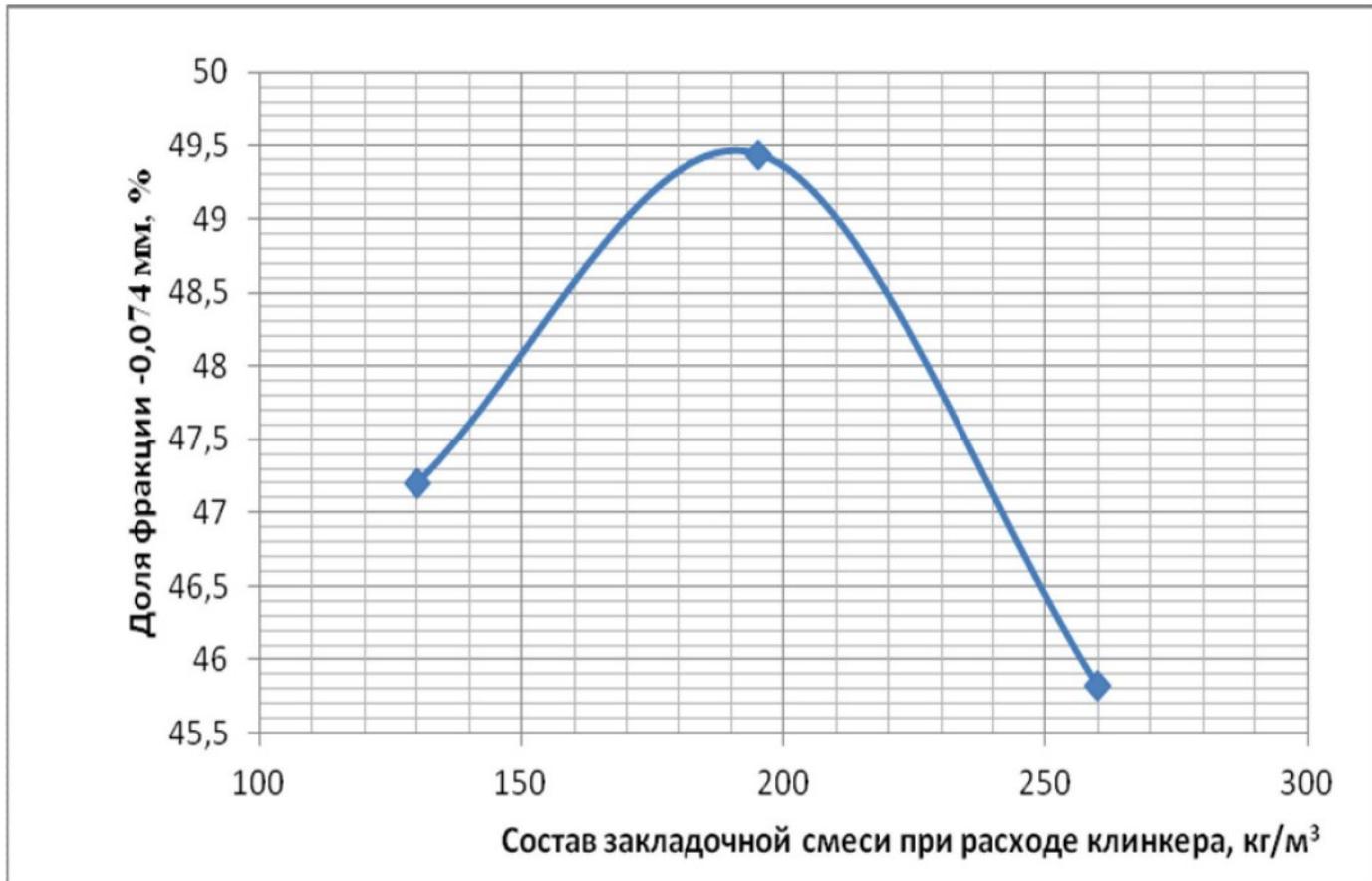


Рис.4. Выход класса крупности -0,074 мм при совместном помоле диабаз и клинкера в КИД-300 (составы закладочных смесей №№5-7, табл.1)

Результаты проведенных испытаний подтвердили эффективность применения комплексов дробильного оборудования для приготовления закладочной смеси. В ходе эксперимента подтверждена необходимость включения в технологическую схему приготовления закладки операции перемешивания в смесителе. Установлена принципиальная возможность и обоснована перспектива замены цементного вяжущего в составе смеси на клинкер. Определена необходимость проведения опытно-промышленного эксперимента с установлением параметров технологии закладки выработанного пространства при переходе на новый вид вяжущего.

Литература

1. Д.Р.Каплунов, М.В.Рыльникова, Д.Н.Радченко, Р.Ш.Маннанов, А.П.Зверев *Инновационные технологии ликвидации пустот с применением передвижных закладочных комплексов //Маркшейдерский вестник, 2011. -№6. – С.9-13.*
2. Д.Р.Каплунов, М.В.Рыльникова, В.А.Арсентьев, В.В.Квитка, Р.Ш.Маннанов. *Новая технология и оборудование для высокопроизводительной закладки выработанного пространства при подземной отработке месторождения // Горный журнал, 2012. -№2. –С.41-43.*
3. А.Н.Монтянова. *Формирование закладочных массивов при разработке алмазных месторождений в криолитозоне. – М.: Изд-во Горная книга, 2005. – 597 с.*

Рашид Шавкатович Маннанов, к.т.н., генеральный директор, ОАО «Учалинский ГОК»;

Артем Петрович Зверев, горный инженер, ТО Учалинского подземного рудника;

Валерий Андреевич Ангелов, аспирант, ФГБОУ МГТУ им.Г.И.Носова;

Владимир Станиславович Лавенков, аспирант, ИПКОН РАН

В.Н.Гусев, Е.М.Волохов

**НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Приведены краткие исторические сведения о Петербургской маркшейдерско-геодезической научной школе. Описано состояние научной школы на современном этапе. Перечислены направления научных исследований и методических разработок в маркшейдерском обеспечении. Проанализированы цели и задачи по основным направлениям научной работы кафедры маркшейдерского дела. Указаны объекты, на которых проводятся исследования в настоящее время.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Санкт-Петербургский государственный горный университет; научная школа; кафедра маркшейдерского дела.



Гусев В.Н.



Волохов Е.М.

В 1773 г. при создании Горного училища (ныне Санкт-Петербургского государственного горного института) были учреждены семь классов, в том числе класс маркшейдерского искусства. В период с конца 18 века до середины 19 века развитие маркшейдерского искусства связано с именами известных русских ученых и преподавателей горного института: А.И.Максимовича, П.А.Олышева и Г.А.Тиме.

Труды профессора Георгия Августовича Тиме, наряду с трудами зарубежных ученых, главным образом немецких, стали той основой, на которой возникла современная отечественная маркшейдерия. Продолжателями дела Г.А.Тиме стали его ученики: П.М.Леонтовский, П.К.Соболевский и В.И.Бауман.

Профессор Петр Михайлович Леонтовский в начале XX века основал маркшейдерскую Школу на Украине в Екатеринославском высшем горном училище (ныне Днепропетровском горном институте). П.М.Леонтовский известен своими работами по горной геомеханике. Он одним из первых стал исследовать вопросы развития сдвижений и деформаций земной поверхности. Профессор Петр Константинович Соболевский в 1903 г. основал маркшейдерскую кафедру в Томске (Томском технологическом институте), в 1924 г. его пригласили в Екатеринбург, где он основал Уральскую маркшейдерскую Школу и воспитал целую плеяду талантливых учеников. С 1933 г. работал в Московском геологоразведочном и горном институтах, где также считается основателем научной школы. П.К.Соболевский - один из основоположников нового научного направления - геометрии недр. Профессор Владимир Иванович Бауман в 1899 г. возглавил вновь организованную кафедру геодезии и маркшейдерского искусства в Санкт-Петербургском горном институте. Он по праву считается основоположником Петербургской маркшейдерско-

геодезической школы.

Петербургская маркшейдерско-геодезическая школа ведет свой отчет с момента организации кафедры маркшейдерского дела в 1899 г. Наряду с профессором В.И.Бауманом, основателями школы являются его ученики и последователи: профессор Бахурин Иван Михайлович и профессор Келль Николай Георгиевич.

Важнейшей вехой в развитии маркшейдерско-геодезической школы явилось создание ЦНИМБа (позже ВНИМИ) в 1932 году. К этому времени сформировались три основных направления научных исследований: методика и техника маркшейдерских работ, горная геомеханика, горная геометрия. В разные годы на кафедре на первый план выходили научные направления приборно-методического блока или направления горно-геометрического блока. Развитие маркшейдерско-геодезической школы связано с именами известных ученых: С.Г.Авершина, Н.А.Гусева, К.А.Звонарева, В.Г.Здановича, Д.А.Казаковского, Л.Н.Келля, Г.А.Кротова, Г.Н.Кузнецова, Б.И.Никифорова, А.Н.Омельченко, И.Н.Ушакова и других.

В настоящее время после реорганизации ВНИМИ и перехода основной части его сотрудников в научный центр геомеханики и проблем горного производства все основные направления научных исследований Санкт-Петербургской маркшейдерско-геодезической школы развиваются на базе горного института.

В рамках Санкт-Петербургской маркшейдерско-геодезической школы ведут научную работу пять профессоров докторов наук, четырнадцать доцентов и пять научных сотрудников кандидатов наук. Большая работа ведется на кафедре инженерной геодезии, где наиболее динамично развиваются направления в области цифровой фотограмметрии и промышленной геодезии.

В 2006 г. кафедра маркшейдерского дела участвовала в составе институтского проекта в Инновационно-образовательной программе. Государственное финансирование по данной программе позволило обеспечить институт самым современным оборудованием. Сейчас в распоряжении сотрудников кафедр и научного центра имеются: две лазерно-сканирующие системы, более десяти приемников четырех типов спутниковых систем, более пятнадцати электронных тахеометров и т.п.

Хорошая обеспеченность приборами и вычислительной техникой позволяют организовать научную

работу и учебный процесс. На кафедре маркшейдерского дела в настоящее время развиваются три основных блока научных направлений:

- методика маркшейдерского обеспечения, новые приборы и системы в маркшейдерии;
- горная геомеханика, сдвиги и деформации горных пород, охрана зданий и сооружений;
- горная геометрия и квалиметрия недр.

В рамках методического блока можно выделить пять основных направлений исследований.

Разработка научно-методических основ применения современных приборов и систем в маркшейдерском обеспечении

Бурное развитие маркшейдерско-геодезических приборов и систем в 90-х годах XX века можно характеризовать как техническую революцию. К сожалению, Российская промышленность не смогла представить конкурентно способную продукцию, поэтому практически все приборы выпускаются за рубежом. Появление и внедрение новых приборов и систем практически не было подкреплено методическими и нормативными разработками. Главный нормативный документ – «Инструкция по производству маркшейдерских работ» - рассматривает применение современных приборов и методов в основном в контексте «можно применять».

С конца 90-х годов на кафедре ведутся исследования точности систем спутникового определения координат и электронных тахеометров, цифровых нивелиров и других систем. В настоящее время проводятся исследования, связанные с разработкой методов развития геодезических сетей в городе Хеврон (Палестина), где применение ставших уже традиционными спутниковых методов затруднено из-за политики Израиля.

Многие годы кафедра традиционно занималась вопросами гироскопического ориентирования. Появление на современном этапе у приборов устройств автоматической регистрации данных позволяет применять специальные режимы гирокомпасов и гиротеродолитов.

Не смотря на ликвидацию в 90-х годах лаборатории звуколокации (разработавшей около 30 приборов и систем), традиционно большое внимание на кафедре уделяется развитию звуколокационных приборов и систем в маркшейдерском обеспечении.

Разработка методики лазерно-сканирующей съемки

Наиболее динамично развивающимся направлением в области разработки новых приборов и систем в геодезии и маркшейдерии являются лазерно-сканирующие системы. К настоящему времени практически все крупные фирмы, занимающиеся выпуском геодезического оборудования, освоили выпуск таких систем. Точность и производительность лазерно-сканирующих систем с каждым новым поколением растет, а их стоимость постепенно снижается.

С 2007 года на кафедре ведется работа над созданием научно-методических основ применения наземных лазерно-сканирующих систем в маркшей-

дерском обеспечении открытых горных работ (карьеров, отвалов), строительстве и реконструкции подземных сооружений, наземных промышленных и архитектурных объектов.

В рамках хоздоговорных работ и экспертиз в последнее время кафедрой выполнены лазерно-сканирующие съемки карьеров по добыче песка в Ленинградской области, отвала ООО «Балаковские минеральные удобрения» в Саратовской области, гидротехнических тоннелей Зеленчукской ГЭС-ГАЭС в республике Карачаево-Черкесия.

Разработка методов оценки деформационного состояния объектов по результатам лазерно-сканирующих съемок, в том числе и по «безреперной» технологии

Особенности лазерно-сканирующей технологии, за счет которых обеспечивается дистанционность и избыточность измерений, позволяют отойти от принципов классической «реперной» технологии, когда сдвиги фиксируются по заранее установленным реперам, а анализ деформаций производят по дискретному множеству точек (реперов) с известными сдвигами. При использовании новой «безреперной» технологии не требуется установка рабочих реперов или марок, однако необходимо располагать методами и алгоритмами фиксации сдвигов и деформаций на исследуемом объекте по результатам разновременных сканов. При этом технология фиксации сдвигов на бортах карьеров и отвалов отличается от технологии зданий и сооружений, где есть возможность привязываться к характерным точкам (углам и т.п.).

Разработка таких методов ведется на примере оценки деформаций бортов отвала ООО «Балаковские минеральные удобрения», подземных горных выработок (породных обнажений и крепи) Зеленчукской ГЭС-ГАЭС, зданий и сооружений при их подработке в ходе строительства подземных сооружений в Петербурге и архитектурных памятников Юсуповского дворца.

Цифровое моделирование горно-геологических объектов по результатам маркшейдерских съемок

Важной особенностью современных технологий маркшейдерско-геодезического обеспечения производств является использование цифрового подхода при получении, анализе и обработке данных. Цифровые модели, как и сама технология их создания, весьма существенно отличаются от традиционных. Цифровая графическая модель способна нести гораздо больше дополнительной информации, точность ее построения зависит только от точности исходных данных, она пригодна для организации автоматизированной обработки и хранения информации. Для таких моделей теряет смысл понятие масштаб (в графическом смысле), для их хранения, пользования и пополнения применяют другие принципы и технологии.

До настоящего времени методических и нормативных разработок в области создания цифровой маркшейдерской горно-графической документации в РФ нет. Методические и нормативные разработки из

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

области картографии не совсем применимы в маркшейдерии из-за ориентации, в основном, на мелко-масштабные модели (карты) и оперирование двух-мерными цифровыми моделями.

В последние годы на кафедре исследуются возможности пространственного моделирования горно-геологических объектов для целей геолого-маркшейдерского обеспечения производства, ведется разработка основ цифровой технологии ведения горно-графической документации.

Анализ и совершенствование нормативной и методической базы в сфере маркшейдерского обеспечения горного производства и подземного строительства

В настоящее время в РФ весьма неблагоприятная ситуация с маркшейдерским обеспечением горного производства. Помимо технической стороны, связанной с применением новых систем и технологий, маркшейдерским службам приходится сталкиваться с давлением на службу со стороны руководства предприятий, некомпетентностью органов Гостехнадзора, несовершенством нормативной базы в сфере геолого-маркшейдерского обеспечения и российского законодательства в целом. В условиях капиталистического производства ряд задач, связанных с государственным контролем, которые традиционно выполнялись службами горных предприятий, маркшейдер выполнить не в состоянии из-за отсутствия защищающих его механизмов, существовавших в социалистическом государстве.

Не выдерживает критики постановка у нас в стране метрологического обеспечения маркшейдерских работ. Организации, имеющие лицензии на метрологические работы, в некоторых случаях не просто не производят поверки, но даже не имеют соответствующих этим работам технических средств. Органы Гостехнадзора формально требуют от служб наличия сертификатов на поверку приборов, не учитывая весьма неоднозначную трактовку Закона «Об обеспечении единства измерений» в части требования таких поверок только в геодезической картографической деятельности.

Особый размах в последнее время приобрела, практически бесполезная, деятельность по созданию проектов маркшейдерских работ. Задуманные как дополнение к проектам развития горных работ, посвященные актуальным вопросам маркшейдерского производства и призванные защитить маркшейдера от произвола работодателей, они превратились в пространственные многостраничные описания, копирующие маркшейдерскую инструкцию, дублирующие информацию из других (не маркшейдерских) разделов проекта развития горных работ.

С 90-х годов кафедра занимается вопросами нормативного обеспечения маркшейдерских работ на горном производстве. В ближайшее время намерена выступить с предложениями в СМР, касающимися метрологического обеспечения, проектов маркшейдерских работ и организации маркшейдерской службы в РФ.

В рамках геомеханического блока можно выделить шесть направлений.

Общие вопросы геомеханической оценки сдвижений и деформаций горных пород и их вредного влияния на задания и сооружения

Основным нормативным документом в сфере охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ являются «Правила охраны сооружений и природных объектов...», разработанные в 1998 г. ВНИМИ. К сожалению, разделы Правил охраны, касающиеся расчета сдвижений и деформаций, оперируют параметрами технологии горных разработок на угольных месторождениях 70-80-х годов (скорость движения лав ограничена до 150 м/мес). Современные способы отработки, внедряющиеся практически во всех угольных бассейнах страны, характеризуются большими длинами лав и высокими скоростями отработки (до 300-400 м/мес). В данном направлении исследуются особенности геомеханических процессов в массивах горных пород при современных интенсивных способах отработки пластовых месторождений.

Исследования с использованием численного моделирования и натуральных методов показали для некоторых угольных месторождений, что при современных интенсивных способах отработки пластовых месторождений характер геомеханических процессов существенно меняется.

С конца 90-х годов ведется разработка способов построения мульд сдвижений на основе аналитического построения типовых кривых для угольных месторождений и строительства подземных сооружений. Данные способы существенно упрощают расчеты сдвижений и деформаций вне главных сечений, особенно при многократной подработке, и обеспечивают анализ деформаций (в том числе максимальных наклонов и кривизны и их ориентацию в пространстве) в любой точке мульды.

Проводятся исследования по оценке вредного влияния сдвижений и деформаций на задания и сооружения постройки 18-19 века и другие уникальные строения, для которых не применимы традиционные принципы оценки деформации.

Исследование влияния сдвижений и деформаций поверхности при ее подработке очистными горными выработками

Наряду со многими специализированными организациями институт участвует в работах по прогнозу и оценке вредного влияния при подземной разработке месторождений, разрабатывает мероприятия по охране подрабатываемых объектов, осуществляет экспертизу.

В 2010 г. на кафедре в рамках хоздоговорных работ произведена оценка подработки дамб ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» лавами ООО «Шахта «Байкаимская». Выполнен анализ подработки и разработаны рекомендации по укреплению откосов дамб. Произведен анализ сдвижений и деформаций при многократной подработке лавами шахты ОАО «Распадская» железных и автомобильных дорог, линий электропередач (ЛЭП) на земной поверхности, разрабо-

таны рекомендации по охране ЛЭП от подработки.

Геомеханическая оценка развития зон водопроводящих трещин при подработке водных объектов

Традиционным для кафедры в последние десятилетия являются исследования, связанные с подработкой водных объектов, выявлением механизмов развития водопроводящих трещин и разработкой методов оценки распространения зоны водопроводящих трещин (ЗВТ), в том числе и при выемке свиты пластов.

В связи с аварией на шахте «Распадская» было принято решение осваивать угольные пласты выше лежащих горизонтов. Часть из этих пластов располагается под водными объектами.

На кафедре в рамках хозяйственных работ проводились исследования развития ЗВТ над очистными выработками ОАО «Распадская», а также прогнозный анализ изменений гидрогеологического режима водонесных горизонтов.

Разработка прогнозных методов расчета сдвижений и деформаций горных пород при строительстве подземных сооружений в мегаполисах

Существенная интенсификация освоения подземного пространства в мегаполисах в конце XX века поставила перед исследователями ряд новых задач по обеспечению сохранности объектов наземной инфраструктуры. Используемые в нормативных документах прогнозные методы расчета сдвижений не позволяют обеспечить требуемую достоверность расчетов и во многом не учитывают особенности современных технологий подземного строительства.

С 90-х годов на кафедре ведется разработка прогнозных методов расчета сдвижений горных пород при строительстве тоннелей и камер глубокого заложения, станционных комплексов метрополитена, тоннелей и камер мелкого заложения, сооружаемых в неустойчивых породах. Исследования ведутся на основе натуральных данных, аналитических, полуэмпирических и численных методов. Разрабатываются методы оценки влияния подземного строительства на здания и сооружения.

Объектами исследований были новые перегонные тоннели аварийного участка («размыва») Кировско-Выборгской линии Петербургского метрополитена, станций Адмиралтейская, тоннели главного канализационного коллектора. В настоящее время проводятся исследования, связанные с планами строительства метрополитена в крупнейших мегаполисах республики Вьетнам в городах Ханой и Хошимин.

Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния горных пород при горных работах

Широкое развитие компьютерной техники и информационных технологий в конце XX века привели к бурному развитию систем моделирования геомеханических процессов на основе численных методов таких, как метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных разностей и др. Данные методы нашли широкое применение в механике гор-

ных пород и подземных сооружений, строительной механике и других областях. К сожалению, в маркшейдерии данные методы до сих пор не получили широкого распространения.

Большая часть недостатков таких методов связана с определением характеристик пород, закладываемых в модель, однако важнейшим фактором, обеспечивающим адекватность моделирования, являются натурные данные. Именно маркшейдер имеет дело с натурными данными по сдвигениям. С другой стороны, моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) дает весьма информативную картину геомеханических процессов в массиве.

В настоящее время на кафедре широко применяются методы численного моделирования, в основном на базе метода конечных элементов. Для обеспечения достоверности моделей используются натурные данные. Моделируется НДС при открытых горных работах на карьерах ЗАО «Североалмаз» г. Архангельск, при подземной разработке угольных месторождений Кузбасса и острова Шпицберген. Осуществляется моделирование НДС породного массива при строительстве подземных сооружений Петербургского метрополитена и главного канализационного коллектора.

Разработка методов мониторинга сдвижений и деформаций горных пород

Развитие геодезической техники, автоматизированных систем контроля сдвижений и деформаций горных пород и элементов конструкций зданий и сооружений позволяют обеспечить новое качество мониторинговых наблюдений, обеспечивающих контроль деформаций практически в режиме реального времени.

В настоящее время на кафедре ведутся исследования точности определения сдвижений на земной поверхности с использованием современных геодезических методов. К сожалению, как показали исследования, применение электронных тахеометров, в том числе автоматизированных, не позволяет приблизить точность тригонометрического нивелирования к точности геометрического, однако открываются возможности более полного контроля деформаций, связанных с дистанционностью измерений.

В последние годы на кафедре проводились работы по оценке деформационного состояния Меньшиковского дворца в Ораниенбауме и дворца князей Юсуповых в Петербурге и выявления причин проявления деформаций в их основаниях.

Большие перспективы открывает использование скважинных датчиков для анализа деформаций массива горных пород. Показания таких датчиков снимаются автоматически и регистрируются с практически любым заданным интервалом. Применение подобных автоматизированных систем на строительстве наклонного тоннеля станции «Адмиралтейская» в Петербурге призвано обеспечить своевременную реакцию на аномальные деформации и предотвращение опасных деформаций в историческом центре.

На кафедре разрабатываются методики мони-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

торинговых наблюдений на основе использования комплексных автоматизированных наблюдательных станций, фиксирующих деформации подземного сооружения, породного массива и подрабатываемых объектов, а также обосновываются критерии оценки деформаций.

В рамках горно-геометрического блока можно выделить три основных направления исследований.

Разработка горногеометрического обоснования и методов оценки трещиноватости горных пород при ее изучении прогнозе

Изучение трещиноватости породного массива позволяет решать задачи геологической разведки, правильно оценить физико-механические характеристики массива, параметры его устойчивости, обосновать применение типа крепи, оптимизировать параметры системы разработки.

С 90-х годов на кафедре проводятся исследования по данному направлению на угольных месторождениях России.

Совершенствование методики и приборных средств для повышения эффективности работ по горнопромышленной геологии, геометрии и квалиметрии недр

Для обеспечения оперативного определения характеристик пород при геологоразведочных работах, а также при геологическом обеспечении горных работ на кафедре разрабатываются специальные приборы и инструменты.

Исследование закономерностей распределения квалиметрических характеристик в массивах горных пород

Важными задачами, решаемыми в этом направ-

лении, являются: разработка методов выделения и оценки зон с однородной изменчивостью характеристик пород, выявление зависимостей между параметрами горных пород и ПИ в массиве, оценка и прогноз горно-геологических характеристик породного массива.

В последние годы на кафедре проводятся исследования закономерностей распределения характеристик угольных пластов на месторождениях Кузбасса и республики Монголия.

Осенью 2009 г. СПГГИ получил статус Национального исследовательского университета. Данный статус уже позволил модернизировать приборную базу многих кафедр института. В 2011-2012 гг. планируется выделить финансирование по маркшейдерско-геодезической школе СПГГИ, что должно позволить обеспечить исследования в области мониторинговых методов исследования деформаций.

Анализируя многочисленные проблемы, связанные с организацией маркшейдерского обеспечения в нашей стране, разработкой и совершенствованием нормативной и методической базы в сфере методики маркшейдерского обеспечения, охраны зданий, сооружений и горных выработок, геолого-маркшейдерского обеспечения, можно сделать вывод о серьезном кризисе в данной отрасли.

Решение этих проблем и вывод из кризиса отечественной маркшейдерии возможен только путем консолидации усилий научного сообщества. Учитывая современное состояние отраслевых научно-исследовательских институтов, приходится делать основную ставку на ВУЗы, где к настоящему времени на специализированных кафедрах сконцентрированы основные научные силы страны.

Владимир Николаевич Гусев, д.т.н., доцент, проф., зав. кафедрой маркшейдерского дела;

Евгений Михайлович Волохов, к.т.н., доцент, зам. зав. кафедрой маркшейдерского дела

(Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, тел. (812) 328-82-59)



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ УНИВЕРСИТЕТ «ГОРНЫЙ»

Кафедра маркшейдерского дела

объявляют прием на 2012/2013 учебный год по направлению

130400 Горное дело специализация Маркшейдерское дело

Маркшейдерское дело – «искусство устанавливать границы». Его корни лежат глубоко в древности. Первый маркшейдер появился одновременно с началом освоения недр земли.

Маркшейдеры востребованы во всех видах промышленного и гражданского строительства и недропользования: строительстве метрополитенов, транспортных, гидротехнических и коммунальных тоннелей; поиске, разведке и разработке месторождений твердых и жидких полезных ископаемых; проектировании и строительстве горнодобывающих предприятий и ведении горных работ; проектировании промышленных и социальных объектов; природоохранных мероприятиях.

При поступлении на специальность Маркшейдерское дело в «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» необходимо пройти три вступительных испытания: русский язык, математика, физика.

Количество бюджетных мест для приема на первый курс в 2012 году по направлению подготовки

130400 Горное дело специализация «Маркшейдерское дело» - 40 чел.

Подготовка предусмотрена только по очной форме обучения, срок обучения 5 лет. На пятом курсе предусмотрена специализация по двум направлениям: "Маркшейдерское обслуживание горных предприятий" и "Лазерно-сканирующие технологии в маркшейдерском деле". Начало занятий – сентябрь 2012 г.

Заведующий кафедрой: Гусев Владимир Николаевич. Тел. (812) 328-82-59

Информация о условиях приема размещена на сайте <http://www.spmi.ru/abiturient>,

http://www.spmi.ru/fopp/md#Podgotovka_spetsialistov_marksheyderov

О НАДЁЖНОСТИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Проанализирована возможность оценки надёжности спутниковой геодезической сети. Отмечено, что непосредственные измерения недоступны для их тестирования на наличие грубых ошибок измерений и приходится тестировать конечные результаты спутниковых определений. Вычисленные грубые ошибки рассматриваются как первичные поправки, и сеть уравнивается заново по исправленным приращениям координат. Рассмотрена реальная спутниковая сеть, и для неё выполнены все необходимые операции поиска грубых ошибок и вычислению показателей надёжности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: топологическая надёжность; грубая ошибка измерения; спутниковая геодезическая сеть; параметрический вариант уравнивания по методу наименьших квадратов; истинные ошибки измерений; поправки из уравнивания; матрица.



В 1968 г. немецкий учёный Baarda W. изложил свою теорию надёжности геодезических сетей, в которой надёжность понимается как способность сети реагировать на грубые (и некоторые другие) ошибки измерений [1]. Согласно этой теории, внутренняя надёжность каждого измерения – это некоторый предел, начиная с которого истинная ошибка этого измерения теоретически может быть обнаружена с помощью какого-либо теста.

Внешняя надёжность показывает величину искажения каждого выходного параметра геодезической сети из-за необнаруженной и неучтённой ошибки какого-либо измерения.

Долгое время нерешённой проблемой теории надёжности было отсутствие эффективного способа поиска и учёта грубых ошибок измерений в сложных геодезических построениях. В 2002 г. в журнале “Геодезист” была опубликована наша статья, в которой предлагался теоретически обоснованный в рамках метода наименьших квадратов (МНК) алгоритм поиска и оценки грубой ошибки в одном, двух и более измерениях с использованием результатов уравнивания сети параметрическим способом МНК [2]. В нашей программе NAL_GR [3], написанной по этому алгоритму, уровень грубых ошибок и предполагаемое количество грубых ошибок задаёт оператор; значения грубых ошибок и показатели внутренней надёжности измерений являются выходными параметрами программы.

Поскольку не все измерения в сети из-за её геометрии доступны тестированию на грубые ошибки, нам пришлось ввести понятие “топологической надёжности” сети, которая выражается обыкновенной дробью. Знаменателем этой дроби является общее количество измерений в сети, а числителем – количество измерений, доступных для тестирования на грубые ошибки.

Чтобы топологическая надёжность высотной сети была равна единице, все реперы сети должны быть узловыми, то есть в каждом репере должны сходиться не менее трёх нивелирных линий. В топологически надёжной плановой (линейно-угловой) сети в каждом пункте должны сходиться также не менее трёх линий (сторон), и по каждой из них должны быть выполнены и линейные, и угловые измерения. Анализ классических геодезических сетей показал, что большинство из них обладают низким уровнем топологической надёжности, и только сплошная сеть триангуляции имеет достаточно высокую надёжность.

Существенным отличием спутниковых геодезических сетей является их почти полная автоматиза-

ция, и, как следствие, недоступность измерений для тестирования на наличие в них грубых ошибок. После окончания сеанса наблюдений спутников и их обработки в распоряжение геодезиста поступают сразу приращения координат и координаты определяемого пункта, которые являются функциями от измеряемых величин.

Основным методом точного определения координат геодезических пунктов является “относительное позиционирование”, когда положение неизвестного пункта B определяется относительно известного пункта A . В этом методе получают вектор, соединяющий эти точки, который называют вектором базовой линии или просто базовой линией D ; компоненты этого вектора равны приращениям координат точек A и B [4]:

$$D = \begin{bmatrix} X_B - X_A \\ Y_B - Y_A \\ Z_B - Z_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_{AB} \\ \Delta Y_{AB} \\ \Delta Z_{AB} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Приведём цитату из [4, стр.253]: “Существуют два вида уравнивания: первичное уравнивание, в результате выполнения которого находятся векторы базовых линий с соответствующими ковариационными матрицами, и вторичное уравнивание, в котором результаты первичного уравнивания рассматриваются как наблюдения”. Автоматизированный метод поиска грубых ошибок измерений можно реализовать в тех случаях, когда для обработки измерений используется параметрический вариант МНК, то есть при наличии системы уравнений поправок:

$$A_{n,t} \cdot dX_{t,1} + L_{n,1} = V_{n,1}. \quad (2)$$

В этом уравнении: n – количество измерений, t – количество неизвестных, $dX_{t,1}$ – вектор-столбец поправок к приближённым значениям X_0 неизвестных, $L_{n,1}$ – матрица-столбец свободных членов, $A_{n,t}$ – матрица коэффициентов уравнений поправок, $V_{n,1}$ – матрица-столбец поправок в измерения. Обозначив диагональную матрицу весов измерений через $P_{n,n}$, запишем выражение для так называемой матрицы $G_{n,n}$:

$$G_{n,n} = E_{n,n} - A_{n,t} \cdot R_{t,t}^{-1} \cdot A_{t,n}^T \cdot P_{n,n}. \quad (3)$$

В формуле (3) дополнительно обозначено: $E_{n,n}$ – единичная матрица, $R_{t,t}^{-1}$ – матрица, обратная матрице коэффициентов нормальных уравнений. Матрица G – квадратная, вырожденная, идемпотентная; все элементы матрицы меньше единицы.

С помощью G -матрицы поправки из уравнивания можно выразить через истинные ошибки измерений:

$$V_{n,1} = -G_{n,n} \cdot \Delta_{n,1}, \quad (4)$$

где $\Delta_{n,1}$ – матрица-столбец истинных ошибок измерений, т.е. G -матрица является матрицей-преобразователем истинных ошибок измерений в поправки из уравнивания.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Если предположить, что в i -том измерении присутствует грубая ошибка Δ_i , а ошибки остальных измерений подчиняются закономерностям случайных ошибок, то значение грубой ошибки можно вычислить по формуле:

$$\Delta_i = -V_i / g_{i,i}, \quad (5)$$

где $g_{i,i}$ - диагональный элемент G -матрицы. Все теоретические выкладки о формулах (4) и (5) приводятся в нашей статье [2].

Затем ошибка Δ_i тестируется в автоматическом режиме на графике поправок, и выдаётся заключение, является она грубой или нет. Программа *NAL_GR* тестирует все измерения по одному и в случае признания измерения грубоошибочным выдаёт и оценивает грубую ошибку.

Если предположить, что в сети имеется два измерения с грубыми ошибками, то программа формирует все комбинации измерений по два с номерами i и j . Затем берутся два уравнения из системы (4) с номерами i и j , и из решения системы этих двух уравнений вычисляются две ошибки Δ_i и Δ_j . Затем можно продолжить поиск грубых ошибок для комбинаций из трёх измерений и т.д. Процесс поиска грубых ошибок прекращается, когда будет выполняться специальное контрольное условие [2].

Входные данные программы *NAL_GR* – это: n - количество измерений, проектное значение ошибки единицы веса, матрица весов измерений, G - матрица сети, V - матрица-столбец поправок из уравнивания по МНК.

Опыт первых определений координат пунктов в спутниковых сетях показал, что причиной большей части грубых ошибок является недостаточно точный учёт элементов приведения антенн относительно центров пунктов в плане и по высоте. Чтобы в принципе исключить влияние этой причины, необходимо обеспечить принудительное центрирование приёмных антенн на пунктах спутниковых сетей.

Геометрическая форма спутниковых геодезических сетей должна гарантировать высокий уровень их топологической надёжности. По аналогии с высотными и плановыми сетями в каждом пункте спутниковой сети должны сходиться не менее трёх базовых линий, для которых можно получить компоненты векторов вида (1). Так называемые “спутниковые ходы” с позиций надёжности являются недостаточно корректными.

Один из возможных вариантов тестирования спутниковой сети на грубые ошибки заключается в раздельном уравнивании приращений координат и превышений по базовым линиям.

Рассмотрим фрагмент спутниковой геодезической сети, в которой один пункт (пункт А) имеет известные координаты и девять пунктов – определяемые. С помощью спутниковых наблюдений определены приращения координат (и превышения) по 23-м базовым линиям; самая длинная линия 2–8, $D_{2-8}=39,0$ км, самая короткая линия 2–3, $D_{2-3}=5,8$ км (рис.1). Визуальный анализ невязок по замкнутым полигонам не даёт никаких числовых результатов, поэтому мы сразу уравнивали по отдельности “измерен-

ные” приращения координат и превышения по всем базовым линиям, чтобы выявить грубые ошибки “измерений”, если таковые есть.

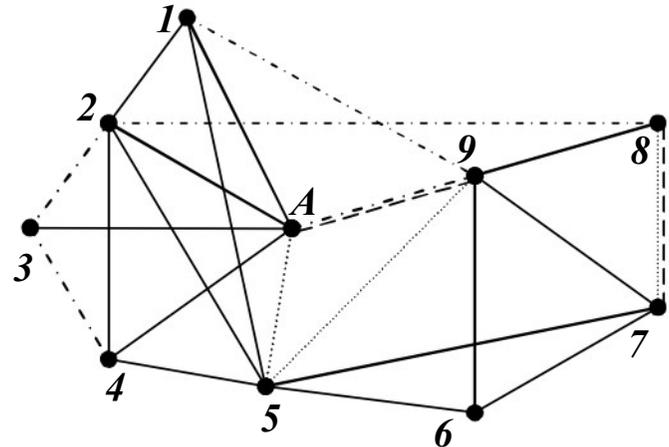


Рис.1. Схема спутниковой сети

В первом варианте уравнивания проектная СКО каждого приращения принята $\mu=10$ мм, и получены следующие результаты:

- в приращениях ΔX $\mu_{\Delta X}=9,4$ мм (грубых ошибок нет);
- в приращениях ΔY $\mu_{\Delta Y}=14,4$ мм (грубые ошибки обнаружены в трёх линиях А–5, 5–9, 8–7, на рисунке показаны пунктиром);
- в приращениях ΔZ $\mu_{\Delta Z}=19,0$ мм (грубые ошибки обнаружены в пяти линиях А–9, 2–3, 9–1, 4–3, 8–2, на рисунке показаны штрих-пунктиром);
- в превышениях ΔH $\mu_{\Delta H}=17,4$ мм (грубые ошибки обнаружены в двух линиях А–9, 8–7, на рисунке показаны штриховыми линиями).

Показатели внутренней надёжности одного приращения колеблются от 33 мм до 40 мм.

После введения первичных поправок в приращения координат по базовым линиям СКО одного приращения существенно уменьшились: $\mu_{\Delta Y}=8,3$ мм, $\mu_{\Delta Z}=9,2$ мм, $\mu_{\Delta H}=9,0$ мм.

Во втором варианте уравнивания проектная СКО каждого приращения принята $\mu=20$ мм, грубых ошибок не обнаружено и получены следующие результаты: $\mu_{\Delta X}=9,4$ мм, $\mu_{\Delta Y}=14,4$ мм, $\mu_{\Delta Z}=19,0$ мм, $\mu_{\Delta H}=17,4$ мм.

Показатели внутренней надёжности одного приращения колеблются от 66 мм до 80 мм.

Литература

1. Baarda W. A testing procedure for use in geodetic networks. //Netherlands Geodetic Commission, 1968.- v.2, №2, p.28-35.
2. Дьяков Б.Н., Родионова Ю.В. Поиск грубых ошибок измерений методом наложения графиков поправок//“Геодезистъ”.- 2002, №4, с.22-24.
3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ *NAL_GR*/ Дьяков Б.Н., Родионова Ю.В. - №2005610718. – РФ. – 2005, 64 с.
4. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии/ ГОУ ВПО “Сибирская государственная геодезическая академия”, т.2.- М.: ФГУП “Картгеоцентр”, 2006. – 360 с.: ил.

Борис Николаевич Дьяков, к.т.н., доцент кафедры инженерной геодезии, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г.Санкт-Петербург

ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ СЪЁМOK

Приведены результаты исследования области применения топографических карт, геодезических и фотограмметрических методов для создания геодезической основы гравиметрической съёмки масштаба 1:50000 и 1:100000 равнинных и горных районов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гравиметрическая съёмка; геодезическая основа; методы; карта; геодезия; фотограмметрия; аэрофотосъёмка; погрешность.



При проведении поисково-разведочных работ на исследуемых территориях выполняются гравиметрические съёмки в масштабах 1:50000 и 1:100000. Эффективность и достоверность этих съёмок зависят от точности измерений значений силы тяжести в пунктах наблюдений, привязки местной геодезической

сети к опорным пунктам государственной сети, определения высот и координат пунктов наблюдений и от точности определения различных поправок, среди которых особое значение имеет поправка за влияние окружающего пункт рельефа местности.

В инструкции и основных положениях по гравиметрической разведке [1,2] регламентируются допустимые величины средних квадратических ошибок положения пунктов наблюдений относительно государственной геодезической сети в плане и по высоте в зависимости от масштаба отчётной карты, сечения изоаномал и рельефа местности. Численные значения погрешностей приведены в табл.1.

Таблица 1

Масштаб гравиметрической съёмки	Сечение изоаномал, мгл (м/с ²)		Средняя квадратическая погрешность определения координат и высот пунктов, м			
	равнинные районы	горные районы	координат		высот	
			равнинные районы	горные районы	равнинные районы	горные районы
1:100000	1	1	±100	±100	±1,2	±1,8
1:50000	0,50	1	40	50	0,70	1,6
	0,25	0,50	40	50	0,35	0,9

В документах [1,2] регламентируются также допустимые погрешности определения аномалий силы тяжести в редукции Буге и наблюдения значения силы тяжести. В табл.2 приведены величины указанных погрешностей и допустимые погрешности определения общей поправки за влияние рельефа μ и определения поправки за влияние рельефа в зоне μ_3 .

Величины погрешностей μ и μ_3 заимствованы из работы [4]. Принимается, что учёт поправок за влияние рельефа выполняется по способу Хаммера-Лукавченко [6]. В основу способа положена разбивка области, расположенной вокруг пункта наблюдения силы тяжести, на зоны и отделения системой концентрических окружностей и вертикальных плоскостей, проходящих через центр окружностей. Поправка за рельеф в каждом отделении вычисляется по внутреннему r_1 и внешнему r_2 радиусам каждой зоны и среднему превышению z отделения над пунктом наблюдения по формуле:

$$\Delta g = \frac{2\pi f \sigma}{n} \left[\sqrt{z^2 + r_1^2} - \sqrt{z^2 + r_2^2} + r_2 - r_1 \right] \quad (1)$$

σ - плотность пород; f - гравитационная постоянная; n - число отделений в зоне.

Таблица 2

Масштаб отчётной карты	Сечение изоаномал, мгл	Допустимая средняя квадратическая погрешность, мгл			
		определения аномалии силы тяжести в редукции Буге	наблюдения значения силы тяжести	определения общей поправки за влияние рельефа, μ	определения поправки за влияние рельефа в зоне, μ_3
Равнинные районы					
1:100000	1	0,40	0,30	0,13	0,030
1:50000	0,50	0,20	0,15	0,07	0,016
	0,25	0,10	0,07	0,035	0,008
Горные районы					
1:100000	1	0,50	0,25	0,22	0,050
1:50000	1	0,50	0,25	0,22	0,050
	0,50	0,25	0,12	0,11	0,025

Номера зон, значения радиусов каждой зоны, число отделений в зоне показаны в табл.3. Всего выделено 19 кольцевых зон, разбитых на 245 отделений. Число отделений в зонах в зависимости от сложности рельефа может быть увеличено.

Таблица 3

Зоны	Радиусы, м	Число отделений, n	Зоны	Радиусы, м	Число отделений, n
1	0-2	1	11	1000-1500	16
2	2-10	4	12	1500-2000	16
3	10-20	8	13	2000-3000	16
4	20-50	8	14	3000-5000	16
5	50-100	8	15	5000-7000	16
6	100-200	8	16	7000-10000	16
7	200-300	16	17	10000-15000	16
8	300-500	16	18	15000-20000	16
9	500-700	16	19	20000-30000	16
10	700-1000	16			

Поправка Δg , как следует из уравнения (1), при заданных величинах f и σ вычисляется по результатам измерений радиусов r и превышений z . Следовательно, точность определения поправки Δg будет зависеть от погрешностей измерений r и z .

Установим, с какой точностью нужно выполнять измерение радиусов зон r и превышений z отделений.

Примем, что топографические поправки Δg в каждой зоне определяются равномерно с погрешностью

$$\mu_3 = \frac{\mu}{\sqrt{N}}, \quad (2)$$

где N – общее число зон ($N=19$, табл.3); μ_3 – допусти-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

мая средняя квадратическая ошибка определения топопоправки в зоне (табл.2); μ - допустимая средняя квадратическая ошибка определения общей поправки за влияние рельефа (табл. 2).

Тогда допустимая погрешность определения топопоправки в отделении каждой зоны составит:

$$\mu_o = \frac{\mu_3}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где n - число отделений в зоне (табл.3).

Погрешность μ_3 состоит из погрешности μ_o аппроксимации поверхности рельефа и погрешности μ_o

$$m_{\Delta g} = \frac{2\pi f \sigma}{n} \sqrt{\left(\frac{z}{\sqrt{z^2 + r_1^2}} - \frac{z}{\sqrt{z^2 + r_2^2}}\right)^2 \mu_z^2 + \left[\left(1 - \frac{r_1}{\sqrt{z^2 + r_1^2}}\right)^2 + \left(1 - \frac{r_2}{\sqrt{z^2 + r_2^2}}\right)^2\right] \mu_r^2}, \quad (5)$$

где μ_r и μ_z - средние квадратические погрешности измерений соответственно z и r .

Формула (5) позволяет при заданных величинах f , σ , n , r_1 , r_2 , z , μ_z и μ_r рассчитать среднюю квадратическую погрешность определения топографической поправки Δg . Эта же формула при заданной величине ошибки $m_{\Delta g}$ и заданных параметрах f , σ , n , r и z позволяет установить допустимые погрешности μ_z и μ_r измерения превышений z и радиусов r .

Согласно выражению (5), средняя квадратическая ошибка определения поправки Δg состоит из двух частей, т.е.:

$$m_{\Delta g} = \sqrt{m_{\Delta g_1}^2 + m_{\Delta g_2}^2}, \quad (6)$$

где $m_{\Delta g_1}$ и $m_{\Delta g_2}$ - погрешности определения топопоправки в отделении зоны, вызванные неточностью измерений соответственно z и r .

Распространяя принцип равных влияний ошибок $m_{\Delta g_1}(\mu_z)$ и $m_{\Delta g_2}(\mu_r)$ на формирование погрешности $m_{\Delta g}$ и учитывая равенство (4), запишем:

$$m_{\Delta g_1} = m_{\Delta g_2} = \frac{m_{\Delta g}}{\sqrt{2}} = \frac{\mu_3}{2\sqrt{n}}. \quad (7)$$

Для анализа погрешностей $m_{\Delta g_1}(\mu_z)$ и $m_{\Delta g_2}(\mu_r)$ примем, что $z=0,5(r_1+r_2) \operatorname{ctg} i$, где i - угол наклона местности. Тогда на основании формул (5) - (7) запишем:

$$\mu_z = \frac{\mu_3 \sqrt{n}}{4\pi f \sigma \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r_1^2}{r^2} \operatorname{ctg}^2 i}} - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r_2^2}{r^2} \operatorname{ctg}^2 i}} \right)}; \quad (8)$$

$$\mu_r = \frac{\mu_3 \sqrt{n}}{4\pi f \sigma \sqrt{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r_1^2}{r^2} \operatorname{ctg}^2 i}}\right)^2 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r_2^2}{r^2} \operatorname{ctg}^2 i}}\right)^2}}. \quad (9)$$

Расчёты показали, что при $N \geq 3$ формулу (8)

измерений радиусов r и превышений z . Принимая $\mu_o = \mu_o = m_{\Delta g}$ с учётом равенств (2) и (3) запишем:

$$m_{\Delta g} = \frac{\mu_o}{\sqrt{2}} = \frac{\mu_3}{\sqrt{2n}} = \frac{\mu}{\sqrt{2nN}}. \quad (4)$$

Выделенная из общей погрешности μ допустимая погрешность $m_{\Delta g}$ в отделении зоны позволяет установить точность измерений радиусов r и превышений z .

Общая погрешность определения топопоправки в отделении зоны в зависимости от погрешностей измерений r и z согласно (1) рассчитывается по формуле:

можно представить в сокращённом виде:

$$\mu_z = \frac{\sqrt{nr_1 r_2} \mu_3}{4\pi f \sigma r (r_2 - r_1) \operatorname{ctg} i} = \frac{\sqrt{nr_1 r_2} \operatorname{ctg} i \mu_3}{4\pi f \sigma r (r_2 - r_1)}.$$

Уравнения (8) и (9) показывают, что величины погрешностей μ_z и μ_r зависят от допустимой ошибки μ_3 определения топографической поправки зоны, числа отделений в зоне n , номера зоны N (длин радиусов зоны r_1 и r_2 , табл.3), угла наклона i местности и параметров f и σ . Численные значения погрешностей μ_z в зависимости от перечисленных величин при $N=2-10, 13, 16$ и 19 , $f=66,7 \cdot 10^{-9} \text{ см}^3/\text{г с}^2$, $\sigma=2,7 \text{ г/см}^3$ приведены в табл. 4 и 5.

Анализ уравнения (9) показал, что ожидаемые погрешности планового положения пикетных точек (радиусов r) равнинной местности одного порядка с погрешностями положения самих гравиметрических пунктов. Полученные величины погрешностей планового положения и высот гравиметрических пунктов и пикетных точек позволяют сделать следующие выводы.

1. Геодезические высоты пунктов наблюдений силы тяжести при рассматриваемых масштабах гравиметрических съёмок определяются с более высокой точностью (в 60-100 раз для равнинных и в 30-50 раз для горных районов), чем их плановые координаты.

2. Превышения пикетных точек, характеризующие поверхность рельефа вокруг гравиметрического пункта, определяются с погрешностью в несколько раз большей погрешности высоты пункта. При этом их точность уменьшается по мере удаления пикетных точек от гравиметрического пункта.

3. Плановое положение пикетных точек для равнинных районов определяется с погрешностью планового положения гравиметрических пунктов.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Таблица 4

Номер зоны N	Число отделений в зоне, n	Равнинно-холмистые районы					
		Сечение изоаномал, погрешность μ_3 определения топопоправки зоны, мгл					
		1,0; 0,030		0,50; 0,016		0,25; 0,008	
		Углы наклона местности i, градус					
		2	4	2	4	2	4
2	4	3,0	1,5	1,6	0,8	0,8	0,4
3	8	14,2	7,1	7,6	3,8	3,8	1,9
4	8	10,1	10,1	5,4	2,7	2,7	1,4
5	8	14,2	7,1	7,6	3,8	3,8	1,9
6	8	14,2	7,1	7,6	3,8	3,8	1,9
7	16	36,4	18,2	19,4	9,7	9,7	4,8
8	16	28,5	14,2	15,2	7,6	7,6	3,8
9	16	42,4	21,2	22,6	11,8	11,2	5,9
10	16	41,6	20,8	22,2	11,2	11,2	5,6
13	16	36,4	18,2	19,4	9,7	9,7	4,9
16	16	41,6	20,8	22,2	11,1	11,1	5,6
19	16	34,4	18,2	19,4	9,7	9,7	4,9

Таблица 5

Номер зоны N	Число отделений в зоне, n	Горные районы							
		Сечение изоаномал, погрешность μ_3 определения топопоправки зоны, мгл							
		1,0; 0,050				0,50; 0,025			
		Углы наклона местности i, градус							
		6	8	12	15	6	8	12	15
2	4	1,8	1,4	0,8	0,7	0,9	0,7	0,4	0,4
3	8	7,9	5,9	3,9	3,2	4,0	3,0	2,0	1,6
4	8	5,7	4,2	2,8	2,2	2,8	2,1	1,4	1,1
5	8	7,9	5,9	3,9	3,2	4,0	3,0	2,0	1,6
6	8	7,9	5,9	3,9	3,2	4,0	3,0	2,0	1,6
7	16	20,2	15,1	10,1	8,0	10,1	7,6	5,6	4,0
8	16	15,8	11,8	7,8	6,2	7,9	5,9	3,9	3,1
9	16	24,5	18,3	12,2	9,6	12,3	9,2	6,1	4,8
10	16	23,1	17,2	11,4	9,0	11,5	8,6	5,7	4,5
13	16	20,2	15,1	10,0	8,0	10,1	7,6	5,0	4,0
16	16	23,1	17,2	11,4	9,0	11,5	8,6	5,7	4,5
19	16	20,2	15,1	10,0	8,0	10,1	7,6	5,0	4,0

Выполненные исследования точности определения планового положения и высот гравиметрических пунктов и пикетных точек позволяют установить границы применения различных методов топографо-геодезического обеспечения гравиметрических съёмок.

Рассмотрим сначала возможность использования топографических карт для решения поставленной задачи.

Известно, что на всю территорию бывшего СССР созданы топографические карты масштаба 1:25000, 1:50000 и 1:100000. Топографические карты масштаба 1:10000 составлены лишь на отдельные промышленные районы страны.

Точность определения по картам планового положения чётких контуров в открытых районах составляет $\pm 0,8$ мм, а в горных и пустынных районах $\pm 1,2$ мм в масштабе карты.

Точность определения высот точек по топографической карте зависит от её масштаба, сечения рельефа, угла наклона местности, точности положе-

ния опознанных контуров и точности интерполирования между горизонталями. Высоты сечения рельефа горизонталями (в метрах) для топографических карт указанных масштабов в зависимости от характера местности приведены в табл.6 (в числителе). В этой же таблице показаны погрешности высот, подписываемых на характерных точках карты (в знаменателе).

Таблица 6

Характер местности и рельефа	Масштаб карты			
	1:10000	1:25000	1:50000	1:100000
Плоскоравнинная	2,5/0,8	2,5/0,8	10,0/2,5	20,0/5,0
Пересечённая и всхолмлённая с углом наклона до 6°	2,5/0,8	5,0/2,5	10,0/3,0	20,0/7,0
Предгорная и горная пустыни	5,0/2,5	5,0/2,5	10,0/5,0	20,0/10,0
Высокогорье	10,0/2,5	10,0/5,0	20,0/10,0	40,0/20,0

В табл.7 приведены ожидаемые средние квадратические погрешности определения высот точек местности, совмещённых с чёткими контурами, имеющими высотные отметки (в числителе) и определения высот точек путём интерполирования между горизонталями (в знаменателе) [4].

Таблица 7

Характер местности и рельефа	Масштаб карты			
	1:10000	1:25000	1:50000	1:100000
Плоскоравнинная (углы наклона до 2°)	0,8/1,0	1,1/1,2	3,0/3,3	5,7/6,5
Плоскоравнинная, залесённая (углы наклона до 2°)	1,0/2,0	2,0/4,0	3,0/6,5	6,5/13,0
Всхолмлённая, пересечённая, открытая с углами наклона до 6°	1,2/1,5	2,5/3,0	5,0/6,0	11,0/12,0
Всхолмлённая, пересечённая, закрытая с углами наклона до 6°	1,5/2,5	3,5/5,0	7,0/10,0	14,0/20,0
Предгорная и горная с углами наклона до 15°	4,0/*	8,5/*	17,0/*	23,0/*
Высокогорная	-	-	10,0/**	20,0/**

* - погрешность не выше 1,5 сечения рельефа

** - погрешность не выше 2 – 2,5 сечения рельефа

Из сравнения данных табл. 1, 6 и 7 и данных табл. 4, 5 и 6, 7 следует:

1. Топографические карты масштабов 1:50000 и 1:100000 не обеспечивают точность создания планово-высотной сети гравиметрических съёмок в масштабах 1:50000 и 1:100000 как равнинных, так и горных районов.

2. Топографические карты масштаба 1:10000 и 1:25000 обеспечивают точность создания плановой основы гравиметрических съёмок в масштабах 1:50000 и 1:100000 равнинных.

3. Высотная основа пикетных точек, используемая для вычисления поправок за влияние рельефа,

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

может быть (при $r \geq 200$ м) создана при сечении изоаномал 1,0 и 0,5 мгл по картам масштаба 1:50000, а при сечении изоаномал 0,25 и 0,50 мгл - по картам масштаба 1:10000 и 1:25000 равнинных и горных районов.

Выполненный анализ показал, что топографические карты масштаба 1:10000 – 1:100000 имеют ограниченную область применения для создания планово-высотной основы гравиметрической съёмки в масштабах 1:50000 и 1:100000. Но их применение возможно в сочетании с другими более точными методами при решении задачи определения поправки за влияние окружающего гравиметрический пункт рельефа местности.

Геодезические методы, включая и спутниковую геодезию, позволяют создать с требуемой точностью геодезическую основу гравиметрических съёмок рассматриваемых масштабов как равнинных, так и горных районов. Геодезическая основа гравиметрической съёмки представляет на местности густую сеть пунктов наблюдений силы тяжести и сеть пикетных точек, располагающихся на местности в пределах круга радиуса до 30 км. Число пикетных точек при учёте влияния рельефа вокруг гравиметрического пункта в пределах 19 зон равно 272. Общее число гравиметрических пунктов на 1 км² съёмки в зависимости от масштаба съёмки и сечения изоаномал [1] и пикетных точек показано в табл. 8.

Таблица 8

Масштаб гравиметрической съёмки	Сечение изоаномал, мгл		Максимальное число пунктов на 1 км ² съёмки	Общее число пикетных точек	Число пикетных точек при использовании карты
	Равнинные районы	Горные районы			
1:100000	1,0	1,0	1	272	48
1:50000	0,50	1,0	30	8160	1440
	0,25	0,50	50	13600	2400

Топографические карты масштаба 1:10000 – 1:50000 обеспечивают требуемую точность определения высот пикетных точек с 7 по 19 зоны. Поэтому число пикетных точек, высоты которых определяются геодезическими методами, сокращается на каждый гравиметрический пункт до 48. Однако общее число пикетных точек на 1 км² съёмки масштаба 1:50000 остаётся достаточно большим (табл.8), что приводит к стоимости геодезических работ, соизмеримой со стоимостью или выше стоимости гравиметрических измерений.

В «Основных положениях по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ» [2] наряду с геодезическими методами создания геодезической основы гравиметрических съёмок рекомендуется использовать фотограмметрические методы с применением материалов аэрофотосъёмки (АФС). Фотограмметрические методы позволяют при минимуме полевых геодезических работ (привязка опознаков, расположенных через заданное расстоя-

ние на отдельных снимках маршрута и опознавание гравиметрических пунктов) определить координаты и высоты всех запроектированных точек.

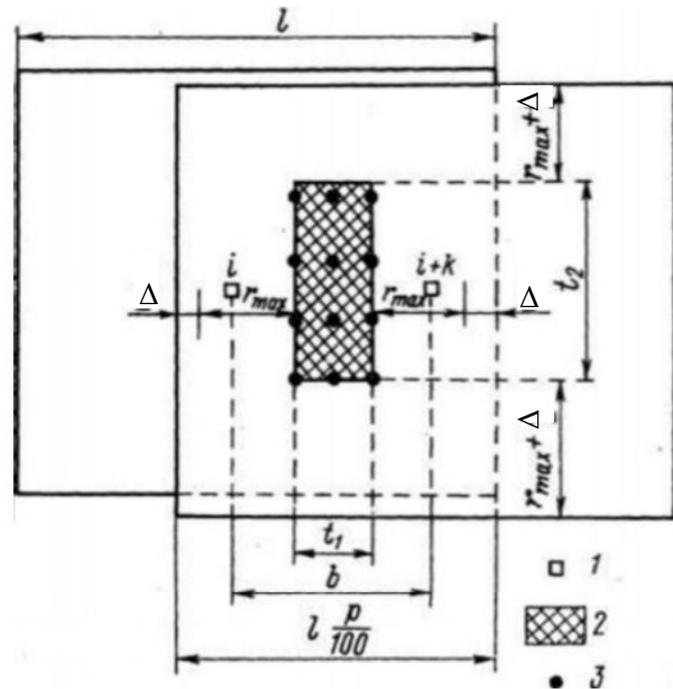


Рис.1. Схема расположения гравиметрических пунктов в пределах стереопары

1 – главные точки аэроснимков; 2 – площадь S размещения гравиметрических пунктов;
3 - гравиметрические пункты

Параметры аэрофотосъёмки (тип аэрофотоаппарата, масштаб АФС, перекрытия аэроснимков АФС) зависят главным образом от заданной точности определения высот гравиметрических пунктов (табл.1) и от точности определения высот пикетных точек и числа учитываемых зон при вычислении поправки за влияние рельефа. Исследования [4] показали, что для решения первой задачи АФС можно выполнять в масштабе 1:30000 и мельче АФА с фокусным расстоянием 100, 140 и 200 мм, форматом кадра 180×180 мм и стандартным перекрытием аэроснимков 60×30%. Параметры АФС для решения второй задачи зависят в основном от числа учитываемых зон (r_{max}) в пределах стереопары.

На рис.1 изображен общий случай образования стереопары из аэроснимков с номерами i и $i+k$.

Введем следующие обозначения: P - продольное перекрытие аэроснимков, составляющих стереопару (в %); l - размер стороны аэроснимка, b - базис фотографирования в масштабе аэроснимка, S - площадь центральной части стереопары, в пределах которой размещаются гравиметрические пункты, t_1 - протяженность площади S по направлению базиса фотографирования; t_2 - протяженность площади S по направлению, перпендикулярному базису фотографирования; r_{max} - наибольший радиус окружности с центром в гравиметрических пунктах, расположенных по границе площади S ; Δ - расстояние от края снимков, отступаемое при их измерениях.

Установим связь между параметрами P , l , r_{\max} и Δ .
Из рис.1 следует:

$$L = 2r_{\max} + b + 2\Delta. \quad (10)$$

Подставив в уравнение (10) значения $L=Pl/100$, $b=(100-P)l/100$ и Δ , получим:

$$P = \frac{100}{l} r_{\max} + \frac{100}{l} \Delta + 50.$$

По аналогии поперечное перекрытие аэроснимков смежных маршрутов равно:

$$Q = \frac{200}{l} r_{\max} + \frac{200}{l} \Delta.$$

При $\Delta = 0,05l$:

$$P = \frac{100}{l} r_{\max} + 55, \quad (11)$$

$$Q = \frac{200}{l} r_{\max} + 10. \quad (12)$$

Площадь размещения гравиметрических пунктов в пределах стереопары найдём из выражения $S=t_1 t_2$, где $t_1=l(P-10)/100-2r_{\max}$, а $t_2=0,9l-2r_{\max}$.

Из уравнений (11) и (12) следует:

$$r_{\max, P} = \frac{(P-55)}{100} l; \quad r_{\max, Q} = \frac{Q-10}{100} l. \quad (13)$$

Расчётные значения перекрытий снимков P и Q в зависимости от радиусов r_{\max} приведены в табл.9.

Таблица 9

Перекрытия снимков, %	Радиусы r_{\max} , мм				
	9	18	27	36	45
P	60	65	70	75	80
Q	20	30	40	50	60

Наименьший радиус окружности r_0 , которую можно построить на универсальном приборе, зависит от размера измерительной марки и составляет 0,3-0,4 мм в масштабе аэроснимка. В табл. 10 на основании данных табл. 3, 9 и размера радиуса r_0 показано число зон, размещающихся в пределах рабочей площади стереопары, в зависимости от масштаба АФС и перекрытий аэроснимков P и Q .

Таблица 10

Масштаб аэрофотосъёмки	Значения P и Q , %				
	60 и 20	65 и 30	70 и 40	75 и 50	80 и 60
1:15000	2-5	2-7	2-7	2-8	2-9
1:20000	3-6	3-7	3-8	3-9	3-9
1:25000	3-6	3-8	3-9	3-9	3-10
1:30000	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11
1:35000	3-7	3-9	3-10	3-10	3-12

Высоты пикетных точек по измерениям снимков стереопары (модели) на универсальных приборах типа СПР-3 измеряются с погрешностью 1:3000 – 1:4500 от высоты фотографирования H , что существенно меньше допустимой погрешности определения высот пикетных точек (табл.4, 5). Поэтому параметры АФС для решения второй задачи будут зависеть не от точности измерения высот пикетных точек, а от числа учитываемых зон. Рассматривая приведенные показатели табл.10, можно заключить, что АФС целесообразно производить в масштабе 1:30000 – 1:35000 с перекрытием снимков 65x30%. В этом случае влияние рельефа будет учтено по измерениям модели с 3 по 8-9 зоны. Топографические поправки за влияние рельефа с 9-10 по 19 зону следует вычислять по высотам пикетных точек, снятых с имеющихся топографических карт масштабов 1:10000 – 1:50000. Эти параметры АФС позволяют решить так же и первую рассматриваемую задачу определения координат и высот гравиметрических пунктов путём построения по аэрофотоснимкам пространственной фототриангуляции.

Литература

1. Инструкция по гравиметрической разведке. М., Недра, 1975.
2. Основные положения по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ. М., 1974, с. 40.
3. Павлов В.И. Построение профилей местности фотограмметрическим методом. Л., Недра, 1977, с.95.
4. Павлов В.И., Прихода А.Г., Жилин Ю.А. и др. Аэрофотогеодезия в геофизических исследованиях. Л., Недра, 1983, с.153.
5. Павлов В.И., Чигирёв А.А., Васильев Н.П. Выбор оптимальных условий для учёта топопоправок в гравиметрические наблюдения стереофотограмметрическим методом. В кн. Прикладная фотограмметрия. Л., «Наука», 1969, с.7-18.
6. Сорокин Л.В. Гравиметрия и гравиметрическая разведка. М., Гостоптехиздат, 1953, с. 453.

Виктор Иванович Павлов, горный инженер-маркшейдер, д.т.н., профессор, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г. Санкт-Петербург, тел. (812)328-84-13

К ВОПРОСУ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ВОЗРАСТА И СОДЕРЖАНИЯ ДРЕВНИХ КАРТ

Редакция продолжает публикацию серии статей Ф.М.Аггеева по созданию древних карт на основе античной полигонометрии (МВ: №2, №4, №6 за 2011 г. и №1 за 2012 г.).

Материалы по сакральности древних карт, в том числе и портуланов отмечены дипломом на Международном научном форуме «Молодежь в науке и культуре XXI века», проходившем в 2011 г. в г.Челябинске.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: античная полигонометрия; древние карты; портуланы; портулановые «розы»; символика древних карт.



На протяжении ряда столетий одним из наиболее трудных в истории геодезии был вопрос, связанный с происхождением портуланов – точных карт, неожиданно появившихся в Европе начиная с XIII века. Происхождение портуланов удалось разрешить только после открытия античной полигонометрии и доказательства сакральности портулановых «роз».

Оказалось, что портуланы имеют двойное происхождение: античное и средневековое. К античному относятся точные контуры изображенных территорий, к средневековому – многочисленные наслоения в виде гербов, флагов, символов, иллюстраций и новых топонимов. Правильность выводов подтверждается не только логичностью доказательств, но также возможностью их успешного применения на практике. Важной областью практической проверки выводов является дешифрирование возраста первооснов портуланов.

В общем случае под дешифрированием (от фр. *dechiffrer* – разгадать) понимается процесс получения по отдельным исходным признакам ранее неизвестных сведений. До сих пор вопрос дешифрирования возраста портуланов считался в истории геодезии и картографии неразрешимой задачей. Вместо него существовал процесс некой соотнесенности возраста со средними веками, который носил номенклатурный характер и сводился главным образом к фиксированию места и времени обнаружения находки.

Кратко напомним об исходных моментах, которые помогут читателю легче разобраться в содержании настоящей статьи.

Точные карты античности создавались с помощью полигонометрии, но сама полигонометрия не была самоцелью, а явилась следствием широчайшего дорожного строительства, охватившего в течение шести веков Римскую империю. В этом процессе полигонометрия была первичным действием, предшествующим строительству. Она включала изыскания, трассирование, измерение углов и расстояний. Общая протяженность основных ходов полигонометрии составляла 80 тыс.км, а протяженность ходов сгущения (по разным оценкам) – от 200 до 300 тыс.км. Существование античной полигонометрии доказывается целым рядом фактов, среди которых отметим следующие:

- сохранившиеся описания и рисунки античных инструментов, применяемых для целей трассирова-

ния, измерения углов и измерения расстояний;

- сохранившаяся иллюстрация с пояснением методики проложения античного полигонометрического хода;

- карты дорог Римской империи;

- сведения по античному трассированию дорог;

- сохранившиеся репера (мильные столбы) и остатки римских дорог.

Указанные факты исследовались автором с точки зрения их достоверности, допустимости и относимости. На генетическое родство портуланов и точных античных карт указывали три признака: содержание, точность и каркасность. Точность римских карт устанавливалась теоретическими расчетами – по точности ходов полигонометрии. Точность портуланов – по расхождению контуров при наложении на современную карту. Средняя квадратическая ошибка в обоих случаях оказалась практически одинаковой. Подтвердилась также идентичность содержания и каркасность. Признаком каркасности явилась жесткость и отсутствие расползания контуров.

Известно, что римские дороги (а значит и полигонометрия) прокладывались как кратчайшее расстояние между городами, предназначались для быстрого передвижения войск и осадных орудий и вели в итоге к военным лагерям, заставам и инженерным оборонительным сооружениям. Римские пограничные укрепления, получившие название линий, состояли из земляных валов либо из каменных ограждений. Вдоль линии находились сторожевые вышки и башни. Кроме этого на расстоянии 15 км друг от друга располагались каменные укрепления (кастеллы) размером 15×160м для гарнизона численностью 100-200 человек. В глубине обороны, на удалении от линии на 4-8 км строились кастеллы уже на 400-600 воинов. Впереди линии на один переход, то есть на 20-25 км, римляне сносили все поселения и деревья, что облегчало возможность своевременного обнаружения неприятеля. Общая глубина обороны составляла 30-60 км. Система обороны была удобна для быстрого реагирования на любое вторжение. Пограничные сооружения сохранились до настоящего времени в Англии, в ряде стран Африки и Азии. Наиболее значительными были сооружения на границе с германскими племенами. Так, Адрианов вал представлял каменную стену высотой около 5 м и протяженностью 120 км. Система обороны включала 80 фортов и 160 башен. К югу от Бонна начиналась другая стена и ров, протяженностью уже в 450 км. Общая же длина оборонительных стен и рвов от Северного моря

вдоль Рейна и Дуная до Черного моря составляла 800-1000 км.

Важнейшей особенностью дорог была их исключительная прямолинейность. Средняя длина прямолинейных участков составляла 30-40 км, но в отдельных случаях протяженность прямых линий превышала 100 и даже 200 км. Важно отметить еще одну особенность римских дорог, связанную с тем обстоятельством, что значительная часть дорог, соединяя прибрежные поселения, оконтуривала все побережье Средиземного, Тирренского, Адриатического, Эгейского морей, северную часть побережья Красного моря, а также захваченное римлянами африканское и европейское побережье Атлантического океана. Даже без каких-либо дополнительных съемок «прибрежные» дороги создавали точную карту контура побережья всего огромного указанного района. Дороги внутренних районов давали графическое положение городов и военных укреплений, фиксировали туннели, определяли положение мостов (их было около 30 тысяч), переправ и иных гидротехнических сооружений, служивших основой для нанесения гидрографии суши. Таким образом, вопрос о том, проводились ли на основе полигонометрии специальные картографические съемки, не имеет для нас принципиального значения, поскольку плотность и география дорог позволяли получить как точный контур побережья, так и необходимые сведения по внутренним территориям. Вероятнее всего, имели место лишь съемки населенных пунктов, пограничных территорий и кадастра.

Весьма важным признаком для дешифрирования возраста древних карт является поэтапность строительства дорог. Античная полигонометрия создавалась в течение шести веков методом «агглютикации», то есть путем последовательного «приклеивания» вытянутых ходов друг к другу. Процесс развития полигонометрии при этом следовал за процессом завоеваний и расширением границ Римской империи, поскольку нельзя строить дороги и создавать секретные карты на территориях, которые еще не завоеваны. Каждое серьезное завоевание утверждало новую карту империи, которая для своего времени была, разумеется, современной и вполне законченной. Отсюда следует, что у портуланов был не один, а несколько античных первоисточников. Точного их числа мы не знаем, но если судить по основным вехам завоеваний, то где-нибудь в пределах шестивосьми (Пунические войны, завоевание Египта, присоединение Греции, походы Юлия Цезаря, покорение Англии, Дунайские походы, завоевание Балкан, победы в Малой Азии). Незавершенность на картах не допускалась. По этой причине каждая промежуточная карта состояла из точных участков, где полигонометрия уже создана, и участков более грубых, заимствованных из других карт, которые составляли по словесным описаниям или в лучшем случае - глазомерными способами с опорой на точки с географическими координатами. Каждая из «промежуточных» карт, в свою очередь, вполне могла послужить первоосновой для средневековых портуланов. Все «промежу-

точные», будучи заполнены до конца, обладали для средневековья равной достоверностью. Для истории науки важно установить родословную каждого из сохранившихся портуланов. Вместе с такой расшифровкой наука получит возможность определить возраст отдельных элементов античного содержания. Разумеется, задача в действительности более сложная, чем кажется, однако, вполне решаемая.

С опорой на указанную выше информацию приведем дешифрирование возраста первоосновы для такого древнейшего портулана, как Пизанская карта. Эта карта (или портулан) датируется 1290 годом.

Даже беглый взгляд на Пизанскую карту (рис.1) позволяет на фоне добротного правдоподобия контуров заметить сильное их искажение в зоне Атлантического побережья Испании и Франции. Еще более наглядную и убедительную картину получим при наложении контуров Пизанской карты на современную (рис.2). Расчеты показывают, что средняя квадратическая ошибка отклонения контура для Средиземного моря составляет 21 км, в то время как аналогичная ошибка отклонения в «неблагополучных» зонах Испании и Франции составляет 220 км.



Рис.1. Пизанский портулан, 1290 г.



— - береговая линия по современной карте
 - - - береговая линия по Пизанской карте

Рис.2. Наложение контура береговой линии портулана на современную карту

В чем здесь дело? Не могут же одни и те же съемщики (геодезисты) в одних случаях работать хорошо, а в других дурно. Приведенная несходимость точностей не может быть объяснена никакими иными

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

способами, кроме как полигонометрией, точнее - кроме взаимосвязанной цепочки технологий: полигонометрия – дороги – карты.

На рис.3, 4 приведены границы Римской империи (а значит и точных карт) в разные периоды истории. В целях упрощения представлены всего две экспозиции. На рис.3 приводится территория Римской империи на 70 г. до н.э., на рис.4 - на 40 г. до н.э. Несложно заметить, что наиболее близко нашему случаю соответствует состояние границ империи, указанное на рис.3 (70 г. до н.э.), поскольку на следующем рис.4 Франция (Галлия) уже входит в состав Рима как одна из его провинций и, значит, имеет возможность «претендовать» на более точные карты. Таким образом, датировку первоисточника для Пизанской карты (портулана) можно отнести к возрасту между 70 и 40 годами до н.э. (в среднем – 50-е годы до н.э.). Указанный вывод вполне согласуется с историческими фактами, а именно с походами Юлия Цезаря (также Красса и Помпия), во время которых к Римской империи была присоединена современная территория Франции, Бельгии, Голландии и отдельные территории Испании. Окончание галльских войн датируется 51 г. до н.э., то есть хорошо вяжется с нашей датировкой. Определившись возрастом 50-х годов до н.э., мы, разумеется, можем говорить не об окончании полигонометрии, а лишь о некотором достаточном заделе.



Рис.3. Римская империя в 70 г. до н.э.



Рис.4. Римская империя в 40 г. до н.э.

Иногда для определения возраста первоисточника в центре внимания может оказаться всего лишь один «говорящий» объект. Таким объектом, например, может стать изображение на портуланах Красного моря, точнее – двух его северных заливов: Суэцкого и Акабского. Попробуем сопоставить различные портуланы, на которых изображено Красное море. Таких портуланов много: портулан из архива Главного гидрографического Управления (1420-1450 гг.); портулан Матео Прунеса, 1559 г.; портулан Джакомо – Маджоли, 1563 г.; портулан Альбино де Канепа, 1489 г., портулан Андреа Бенинкаса, 1482 г., портулан (без названия) середины XIV века и др. На фоне четко опознаваемых контуров Средиземного моря контур Красного моря выглядит грубо и аляповато (рис.5). Изображения Суэцкого и Акабского заливов, напоминающие рога улитки, таковыми нигде не просматриваются. И только на портулане Дульсерта проступает, наконец, Суэцкий залив в той форме и в том месте, которое соответствует действительности (рис.6). Поскольку точные античные карты связаны с полигонометрией, полигонометрия - с дорогами, а дороги - с военными походами и присоединением Римом новых территорий, несложно установить, что время создания первоосновы портулана Дульсерта приходится в первом приближении ориентировать как минимум на время правления Августа. При Августе был покорен Египет, появился выход к Суэцкому заливу и была сделана попытка проникнуть в южную Аравию и к верховьям Нила. Однако анализ границ Римской империи показывает, что полностью Суэцкий залив и побережье Акабского залива оказались в руках римлян только в период между 70 и 120 годами н.э. (рис.7, 8). Поэтому именно этим диапазоном, или, в среднем, 90-ми годами, следует датировать первооснову портулана Дульсерта (рис.8). Более детальное изучение, особенно изучение римских завоеваний, приводит к эпохе Трояна, правившего с 98 по 117 г. Период правления Трояна – счастливейший век для Римской империи. Именно в эту пору империя достигла наибольших размеров, присоединив Балканский полуостров, Малую Азию, Армению, район Двуречья до Персидского залива, Сирию, Палестину, Северо-Западную Аравию. С учетом поправки на эпоху Трояна сектор поиска может быть сужен и датировка первоосновы портулана Дульсерта ограничена концом первого и началом второго века н.э. (или в среднем ~95-112 г. н.э.). Время создания первооснов для всех остальных перечисленных ранее портуланов (Матео Прунеса, Андреа Бенинкаса, Джакомо-Маджоли и др), при той же ориентировке на Красное море, должно быть ранее конца первого века, а это уже небольшой, но нужный шаг к дальнейшему поиску и детализации.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

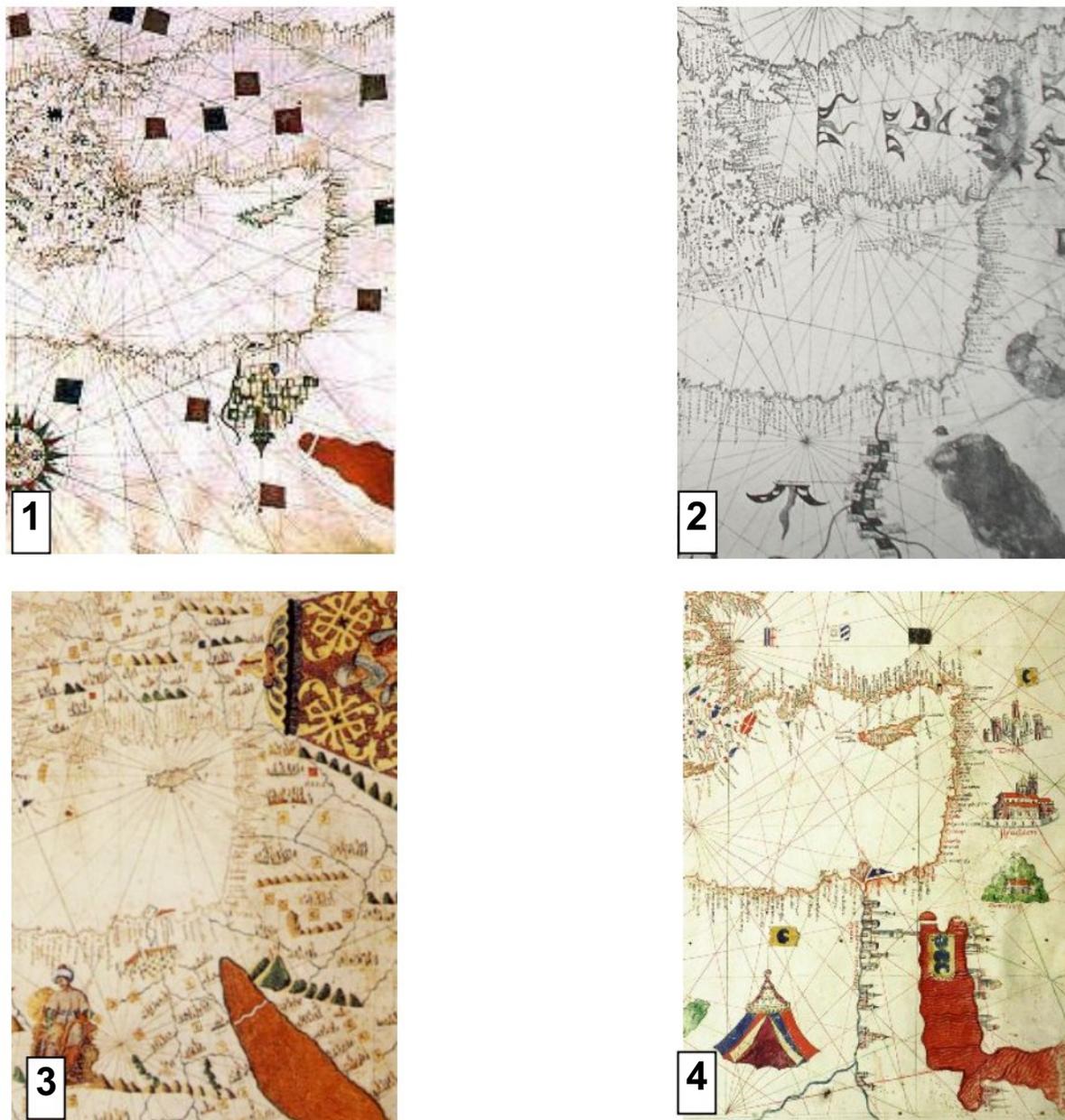


Рис.5. Изображение на портуланах Красного моря до вхождения зоны Суэцкого залива в состав Римской империи

1. Портулан Гл. Гидрографического Управления, 1420-1450 гг. 2. Портулан (без названия) XIV века.
3. Портулан Джакомо-Маджоло, 1563 г. 4. Портулан Альбино де Канепа, 1489 г.



Рис.6. Верное изображение Суэцкого залива на портулане Дульсера (1339 г.), полученное после развития римлянами дорожной сети



Рис.7. Римская империя в 70 году н.э.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

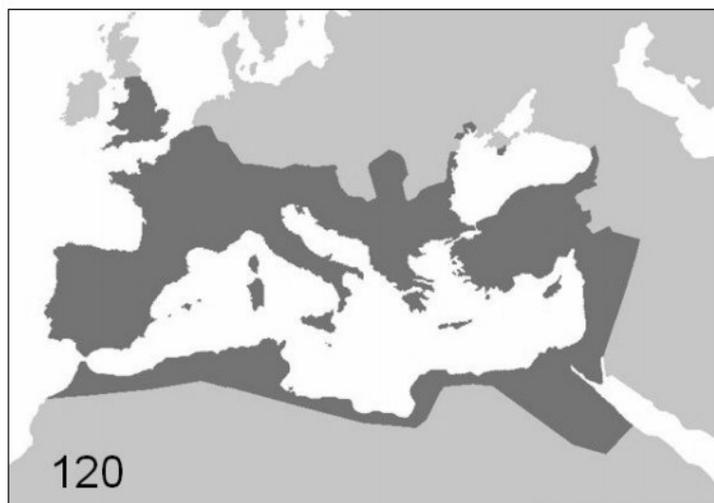


Рис.8. Римская империя в 120 г. н.э.

Продолжая тему Красного моря, отметим, что уже при Августе началась активная морская торговля с Индией. Индию посещало до 120 кораблей в год. Для подобной торговли нужна была карта. Карту северного побережья давали дороги, но остальная часть суши этой протяженной водной магистрали была вне римского влияния. Роль картографирования неподвластного Риму побережья Красного моря исторически пришлась на долю периплов.

Под периплами понимают описание морских путешествий, содержащих сведения о странах и народах, а также информацию о морском пути, гаванях, опасностях, источниках пресной воды, расстояниях между пунктами, ветрах, препятствиях и т.п. Известный картограф Лео Багров одно время допускал, что периплы какими-то «неизвестными для нас путями» могли эволюционировать в портуланы, однако, ни путей, ни методов для объяснения подобной эволюции им найдено не было. В контексте античной полигонометрии и античных дорог существование периплов нашло вполне логичное объяснение. Среди наиболее ранних, но не дошедших до нас периплов, упомянем перипл Авиена (VI век до н.э.), давший описание плавания вдоль берегов Британии, Испании и Галлии, перипл Ганнона (ок. 480 г. до н.э.) - о плавании вдоль западного побережья Африки, перипл Неарха - о плавании от реки Инд к Ефрату, к IV веку до н.э. относится перипл Скилака - о плавании в Индию. Для нас важно отметить следующее: все периплы относились либо ко времени, предшествующему строительству римских дорог, либо относились к территориям, которые не входили в состав Римской империи. Отметим также, что на период строительства дорог, а это с 325 г. до н.э. примерно по конец III века н.э., периплы на территории Римской империи не создавались. Причина проста: в них не было необходимости. Из сохранившихся периплов римской эпохи отметим перипл Красного моря, составленный около 110 г. до н.э. (ни один из северных заливов Красного моря Римской империи тогда не принадлежал). В I веке н.э. был составлен «Перипл Эритрейского моря», под которым понимали Красное море вместе с морским выходом в Индийский океан. Во II веке н.э. вышел «Перипл Понта Эвксинского» или Черного моря, со-

ставленный Аррианом. (Значительная часть Черного моря также была вне римского влияния). Описанная периплами территория входила в зону интересов Рима, но самому Риму не принадлежала. В этом все дело. Получается, что периплы не противопоставлялись точным картам, а, напротив, - служили дополнением к этим картам, обеспечивая возможности дальнего плавания за пределами Рима. Точность периплов во многом зависела от свободы плавания. Плавать, например, по Красному морю было весьма опасно из-за пиратств и грабежей. Нередко торговые суда купцов передвигались по ночам. Необходимое для счисления пути время записывалось в днях перехода. Описание берегов было словесным и лишь в редчайших случаях, например, в гаванях, включало глазомерные работы. Отсюда низкая точность и аляповатость «перипловых» изображений.

Обобщая сказанное, отметим, что дешифрирование возраста древних карт связано с комплексным подходом, куда помимо знаний об особенностях античной полигонометрии и дорог подключается география дорог, история римских завоеваний, а также география границ Римской империи в различные периоды ее существования. Полученная информация по каждой рубрике будет отражать ту или иную историческую грань и являться одновременно признаком дешифрирования.

Как было указано в начале статьи, портуланы имеют двойное происхождение: основу (точные контуры, положение крупных рек и ряда городов) давали римские карты, обладавшие в античное время исключительной секретностью, остальное содержание - есть привнесенная деятельность средневековья: гербы, флаги, рисунки, эмблемы, новые топонимы. Открытие сакральности прибавило ряд новых символов, которые также могут быть использованы для дешифрирования возраста и родословной портуланов. Напомним, что основной наследницей античности была Византия. В 1204 г. столица Византии Константинополь благодаря помощи Венеции (а по сути - предательству) был захвачен крестоносцами. Разграбление продолжалось 57 лет. Драгоценности вывозили телегами. Золотые изделия переплавляли в слитки. В грабеже участвовали и отцы церкви, хорошо разбиравшиеся в ценных документах и редких рукописях и картах. Большая часть древних карт досталась Венеции, остальные рассеялись по отдельным городам и странам Европы. Исследования показывают, что сакральные символы по происхождению могут быть как католическими, так и православными. Православная принадлежность говорит о том, что определенная «сакрализация» древних карт могла происходить еще в Константинополе до периода разграбления.

Открытие заложенной в портуланах сакральности позволило выделить следующие группы новых символов:

- сакральные «розы» (портулановые «розы») - это изображения, которые раньше по ошибке именовали «компасными розами». У них богатое видовое разнообразие (рис.9), которое требует отдельного изучения.

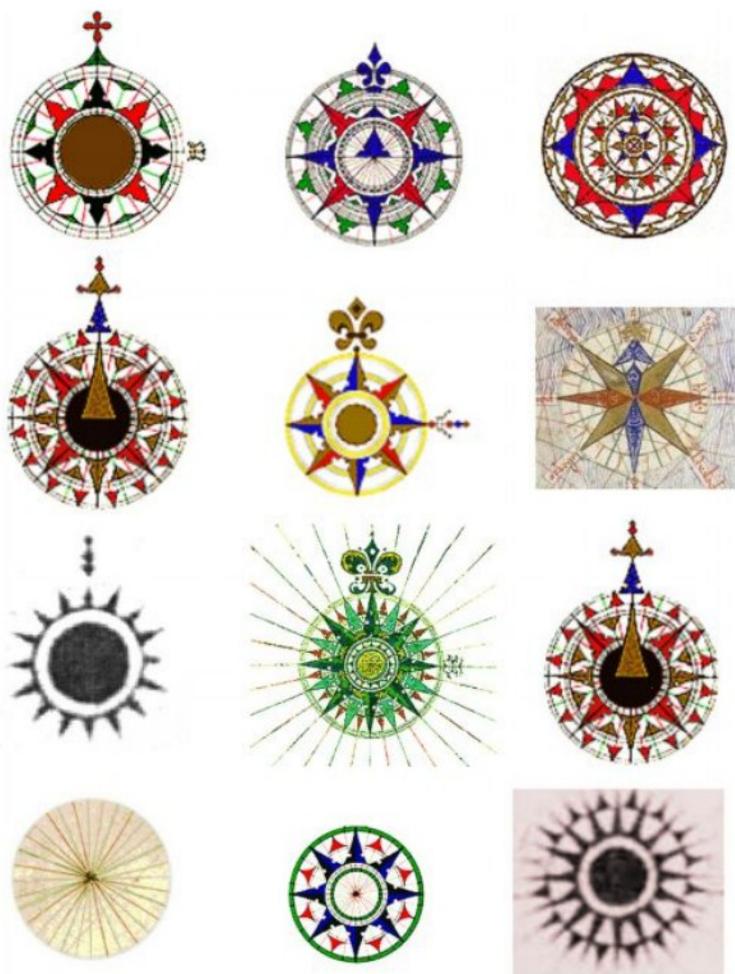


Рис.9. Различные виды сакральных «роз»

- кресты – для портуланов характерны латинские, греческие, мальтийские, кресты в виде трилистника и др. Кресты могут быть пририсованы к портулановым «розам» (обычно с севера или с востока), либо располагаться независимо. Крест, бывший у язычников орудием позорной казни, стал при императоре Константине Великом знаменем победы и торжества христианства, предметом благоговения и почитания. В этом качестве выступал, прежде всего, равносторонний греческий крест.

С греческим крестом связывают рассказ императора Константина, подтвержденный свидетелями, о событии, которое произошло 28 октября 312 г. во время похода на Рим против засевшего там Максентия. Покровительствуя походу, Христос предсказал на небе будущую победу, послав лучезарное знамение в виде равностороннего креста и светящейся надписи римскими буквами. Силою Божью император Константин действительно одержал блестящую победу, прекратив нечестивые и злодейские поступки прежнего тирана.

- иконы. Икона - один из самых содержательных, самых ярких, но и самых трудных для понимания феноменов искусства. Икона сделала возможным общение между человеком и Богом. Представляя из себя сложный организм, икона передает богословские идеи целым набором канонизированных признаков, выраженных в цвете, жесте, фигуре, надписях, которые являются одновременно и признаками дешифрирования. Например, золотой цвет олицетворял символ божественного, белый – чистоты, пурпурный – царской власти, голубой – символ Неба (символ Богородицы). Все цвета по яркости должны быть одина-

ковыми. Тени и полутени исключались, чтобы исключить всякую телесность. Фигуры святых вытянуты. Изображение пространства выполнялось при помощи принципа обратной перспективы, при которой точка схода выносится как бы на самого зрителя. Наиболее характерной для портуланов является икона Богородицы (или Богоматери) с ребенком - младенцем Христом (рис.10). На одних иконах младенец помещен справа, - это более древние иконы (примерно VII век), на других – слева (примерно XI век и позже). Богородица почиталась как у православных, так и у католиков. Но для православия этот символ более значимый, поскольку Богородица была покровительницей Константинополя. С учетом повышенного почитания и с учетом того, что икон у католиков вообще не было, с большой вероятностью можно считать, что иконографическое изображение Богородицы на портуланах указывает на его византийское происхождение.



Рис. 10. Изображение на портуланах Богородицы с ребенком

1. Портулан Джакомо Маджоло, 1563 г. 2. Портулан (без названия) XIV века. 3. Портулан Хуана ла Агупара, 1492 г.

- рисунки. На портуланах могут быть как бытовые, имеющие этнографический характер, так и рисунки религиозного содержания. Наиболее информативным представляется портулан да Мауро (полностью: Джiovани да Мауро ди Каритнано), 1367 г. Ему несколько уступает Каталонский портулан 1375 г. Следует отметить, иконографическое изображение дало толчок к развитию в будущем темы сакральности в рисунках и живописи, но уже в иной, более свободной светской форме. На рис.11 приводится изображение двух священников и Богородицы, взятые с карты 1633 г.: на левом рисунке священник стоит на

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

сакральной «розе» и держит в руках латинский крест и ребенка, на среднем рисунке священник помещен на облако, на правом рисунке дается изображение Богородицы с ребенком, полностью приближенное к человеческому образу.

- портреты. Имеются в виду изображения, обладающие способностью сакральной защиты. Кроме христианских богов и ангелов такой способностью наделялись святые. Как правило, это были императоры, которых христианская церковь объявила и канонизировала как святых. Такие портреты встречаются, например, на портулане Валсека (1439 г.), на портулане Жана-де-ля-Коза (1500 г.), на портулане Бена

Зара (1487 г.) и ряде других. В отличие от изображения Христа, Богородицы или ангелов, которых по канонам церкви всегда изображали полным лицом (в фас), священным императоров допускалось изображать в профиль. На рис.12 и 13 представлена попытка автора статьи отождествить портретное изображение на портулане Матео Прунеса (1559 г.) и на портулане Бена Зара (1447 г.) с реальными правителями античной эпохи. Изучение портретных и скульптурных изображений позволило предположить, что на портулане Матео Прунеса изображена личность Нерона, правившего в Риме в 54-68 годах н.э.



Рис. 11. Изображение священников и Богородицы на карте 1633 г.



Рис. 12. Портретное изображение на портулане Матео Прунесе, 1559 г.

Предположительно - императора Нерона (годы правления 54-68 г. н.э.)

Справа – скульптура Нерона и графическое изображение Нерона на стене дворца Тиберия в Риме



Рис. 13. Портретное изображение на портулане Бена Зара, 1497 г.

Предположительно – императора Юстиниана Великого (годы правления 527-565 г. н.э.)

Имя Нерона (37-68 г. н.э.) связывают с иудаизмом и христианством. Иудеи считают, что Нерон был первым и единственным римским императором, принявшим иудаизм. Но с иудаизмом и учением Ветхого Завета связаны корни христианского вероучения. Согласно евангелиям и церковному преданию, Иисус (Иошуа) воспитывался как иудей. Апостолы и другие последователи Иисуса были евреи. При Нероне появилось и вошло в употребление слово *христиане*. Известно, что в юности воспитателем Нерона был Сенека. Нерон четырежды становился консулом и по мнению римских историков проявил себя прекрасным руководителем. Им были уменьшены налоги, ограничены штрафы, отменены многие таможенные пошлины, проведены массовые аресты чиновников за вы-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

могательства и коррупцию. В первые годы правления Нерон снискал огромную популярность народа. Имя Нерона часто связывают с пожаром Рима. Нерон, согласно легендам, стоял и любовался пожаром с вершины горы, одетый в театральный костюм, играл на лире и декламировал поэму о гибели Трои. Однако, современные историки не склонны поддерживать такое описание событий. Как раз наоборот. Известно (из сочинений Тацита), что Нерон организовал массовое спасение людей, разработал новый план строительства города, обязав жителей строить исключительно каменные здания с выходом в сторону улицы.

Профиль на портулане Бена Зара, предположительно (по сходству), может принадлежать императору Юстиниану Великому (рис.13), правившему Византией в период 527-565 г. н.э. С именем Юстиниана связана попытка прогнать варваров из Римской империи. В основе замыслов Юстиана лежали две грандиозные идеи, завещанные ему традициями прошлого: римская идея всемирной монархии и христианская идея царства Божия. Объединение обеих в одну теорию и проведение этой теории в жизнь было мечтой, которую Юстиниан стремился исполнить. Многие удалось и территория Византии в зоне Средиземноморья при нем многократно возросла. Желая укрепить

границы империи, Юстиниан, следуя римскому образцу, выстроил вдоль границ вторую линию обороны, укрепив ее крепостями и замками.

Дешифрирование сакральных символов является делом новым, неизученным, но перспективным и интересным. Полученные данные помогут открыть новые страницы в изучении портуланов, что, несомненно, пойдет на пользу науке.

Литература

1. Альберти Леон Батиста. Десять книг о зодчестве. Т.2, М., 1937.
2. Быковский Н.М. Картография. М – П, 1923.
3. Голубева Б.С. Культура Древнего Рима. М., 1985.
4. Кочетов В.А. Римский бетон. М., 1991.
5. Махлина С. Семиотика сакральных представлений. М., 2008.
6. Успенский Б.А. Крест и круг. М., 2006.
7. Margary Iven. Roman roads in Britain. London, 1937.
8. Chevallier Raymond. Roman roads. London, 1976.
9. Cornell T., Mathews I. Atlas of the Roman world. New York, 1982.
10. Thiollier-Alexandrowicz G. Itinéraires romain en France. Faton, 2000.
11. Von Hagen. The roads that led to Rome. Cleveland, New York, 1969.

Федор Михайлович Аггеев, соискатель МИИГАиК,
дипломант Всероссийского конкурса молодых ученых 2003 г.,
тел.(495) 361-5432, 8-926-165-44-73

Carlson Survey Carlson Mining

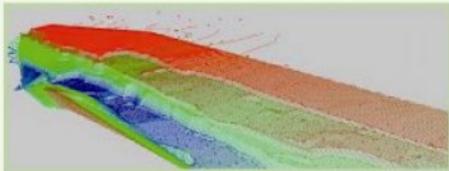
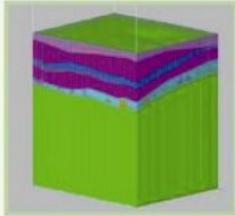
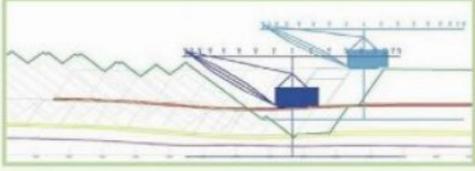


Приложения к AutoCAD/AutoCAD Map 3D/AutoCAD Civil 3D
и IntelliCAD для горнодобывающих предприятий

Автоматизация маркшейдерских работ

Геологическая модель и анализ месторождения

Планирование и проектирование горных работ



Россия, 192102, Санкт-Петербург,
улица Фучика, д. 4, лит. «К»
Тел: (812) 321-00-55, 718-62-11, 718-62-12
Тел/факс: (812) 321-00-55
e-mail: info@nipinfor.ru
Internet: www.nipinfor.ru



УКАЗАТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫЙ УНЛ-01

УКАЗАТЕЛЬ НАПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫЙ УНЛ-01 ПРЕНАЗНАЧЕН ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ОПОРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В ТОННЕЛЯХ И ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОПАСНЫХ ПО РУДНИЧНОМУ ГАЗУ И/ИЛИ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛИ.

- проведение тоннелей и выработок с высокой точностью;
- широкий диапазон действия - от 10 до 500 м при сохранении размеров ядра центральной лазерной марки до 25 мм;
- точность и удобство настройки благодаря наличию теодолита в сборе с лазерным модулем;
- простота в обращении;
- прочный и легкий корпус;
- степень защиты оболочкой - IP54;
- вид и уровень взрывозащиты - РВ Exia I X;
- компактные размеры;
- различные варианты установки:
 - на кронштейне, закреплённом на стене выработки;
 - на геодезическом штативе;
- может поставляться без теодолита, с переходной пластиной для крепления, либо другим геодезическим инструментом, указанным заказчиком;
- источником питания служит аккумуляторная батарея головного светильника СВГ-6А. Зарядка батареи – на зарядном столе ламповой. Время свечения лазера от полностью заряженной батареи - не менее 4 суток;
- сертифицирован в системе ГОСТ Р.



**ОБОРУДОВАНИЕ И РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Компания "КИТРЕЙД"

пр. Дзержинского, 69/2, офис 321
г. Минск, 220116, Республика Беларусь
Тел. (+375 17) 277 03 01
Факс (+375 17) 277 02 96
e-mail: info@keytrade.by
www.keytrade.by



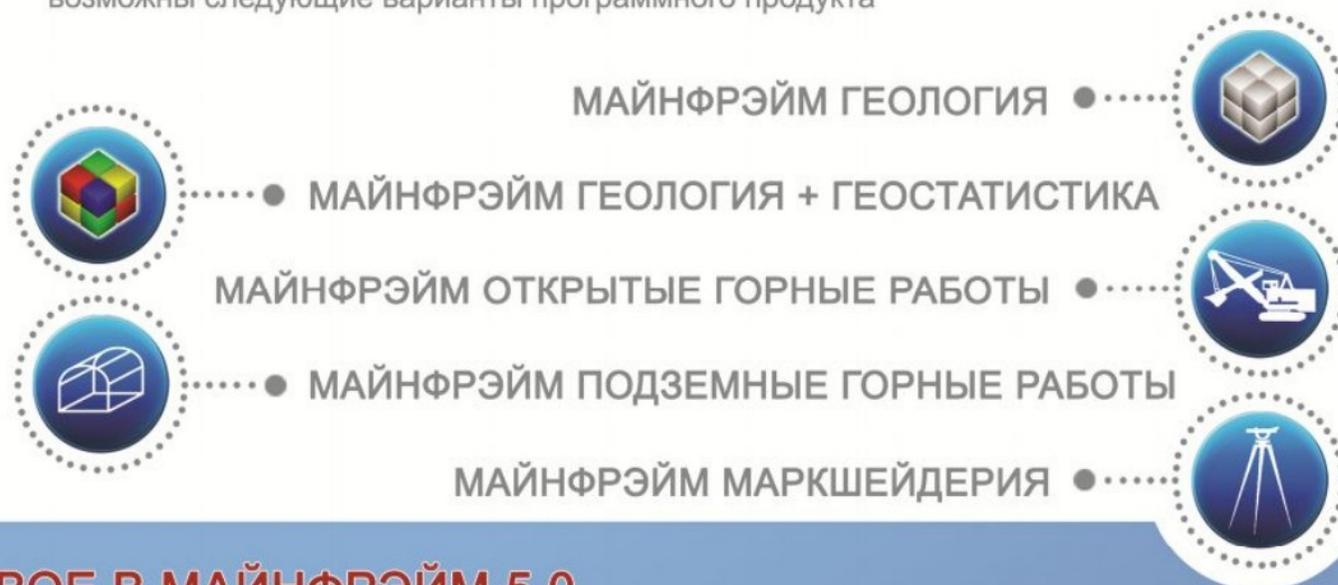
Откройте для себя

МАЙНФРЭЙМ 5.0

НОВАЯ ВЕРСИЯ!

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

В зависимости от необходимости комплектации рабочих мест на горном предприятии, возможны следующие варианты программного продукта



НОВОЕ В МАЙНФРЭЙМ 5.0

- Оптимизация границ карьера;
- Выделение запасов полезного ископаемого по категориям;
- Планирование подземных горных работ;
- Построение Плана ликвидации аварий;
- Инструменты автоматизированного инженерного обеспечения закладочных работ;
- Автоматизированное размещение вееров скважин и их редактирование;
- Построение моделей подземных горных выработок по тахеометрической съемке;
- Выделение категорий запасов по шаблону CRIRSCO;
- Выделение кондиционных интервалов и сортов полезного ископаемого и др.

Для ознакомления специалистов с возможностями новой версии МАЙНФРЭЙМ 5.0 проводятся различные учебные мероприятия: вебинары, семинары, мастер-классы и многое другое.

тел.: (499) 921 02 95; e-mail: market@credo-dialogue.com; web: www.credo-dialogue.com

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Санкт-Петербург



Закрытое акционерное общество «Геодезические приборы» основано в 2001 г.

В рамках основного направления своей деятельности компания решает комплекс разнообразных задач, актуальность которых определена тем, что в настоящее время широко внедряются передовые технологии, основанные на использовании высокотехнологичной геодезической техники: электронных тахеометров, спутниковой аппаратуры, электронных сканеров и др.

ЗАО «Геодезические приборы» — партнер многих ведущих строительных и изыскательских компаний Санкт-Петербурга и других городов Северо-Запада России. Компания является крупнейшим поставщиком геодезического оборудования в Северо-Западном регионе России. Обеспечивает такие отрасли, как: изыскания и строительство, землеустройство, дорожное проектирование и строительство, горнодобывающая промышленность, судостроение и др.

Компания участвует в системе повышения квалификации в области строительства и изысканий. С 2005 года в ЗАО «Геодезические приборы» на постоянной основе функционирует учебно-внедренческий центр.

Услуги, предлагаемые компанией:

- поставка современных геодезических комплексов, систем, приборов и инструментов;
- техническое обслуживание и сопровождение поставляемого оборудования;
- методическая помощь при внедрении новой техники и технологий;
- выполнение работ по внедрению спутниковых геодезических технологий;
- выполнение геодезических работ, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области геодезии (лицензия № СЗГ-02568Г от 25 мая 2009 г. на осуществление геодезической деятельности — Министерство экономического развития Российской Федерации Федеральное агентство геодезии и картографии);
- поставка программных комплексов и консалтинговые услуги;
- доставка оборудования в любой регион России;
- страхование поставляемой продукции.

В состав компании входит сервисный центр, который осуществляет экспертизу и ремонт оборудования, решает задачи метрологического обеспечения (лицензия № 002754-Р Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, специалисты имеют сертификаты производителя (Topcon, Sokkia) на право проведения ремонта и обслуживания поставляемого оборудования).





Воплощение вековых традиций качества!

Полный спектр геодезического оборудования



ЗАО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ»

197101, Санкт-Петербург, ул. Большая Монетная, д. 16

тел./факс: (812) 363-4323

e-mail: office@geopribori.ru

www.geopribori.ru

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ОТРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ «ПЯТЫЙ» – «МОЩНЫЙ» НА ШАХТЕ «СЕВЕРНАЯ» ОАО «ВОРКУТАУГОЛЬ»

Представлены результаты численных экспериментов по оценке напряженного состояния и выявлению зон повышенного горного давления при анализе проекта отработки свиты угольных пластов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: породный массив; напряженное состояние; прогноз; численные методы; моделирование; Suit3d.

Введение

Для обеспечения безопасных условий эксплуатации горных выработок длительного пользования необходимо проводить контроль за изменением напряженного состояния целиков в процессе развития горных работ и образования больших выемочных пролетов. Шахтные эксперименты по контролю за изменением напряженного состояния целиков хорошо отражают изменения в данной конкретной горнотехнической обстановке, но их трудно применять в других горно-геологических условиях. Поэтому перспективный прогноз целесообразно проводить с использованием численных методов расчета напряженного состояния. Они позволяют провести моделирование практически любых изменяющихся по мере отработки горнотехнических ситуаций.

Анализ проекта отработки свиты угольных пластов будем проводить на примере планируемой отработки лав 612 и 712 пласта «Пятый» с учетом влияния отработанных лав 112-з – 512-з пластов «Пятый» и «Мощный» на шахте «Северная» ОАО «Воркутауголь».

1. Методика численного моделирования

Прогноз напряженного состояния породного массива и угольных пластов выполнялся по программе Suit3d [1–3]. Она позволяет рассчитывать все составляющие напряжений в массиве пород для любого числа очистных выработок, пройденных на одном или нескольких смежных пластах.

В качестве исходной информации для расчетов задаются данные о геометрических параметрах горнотехнической обстановки на планируемые варианты отработки пластов и данные о механических свойствах пород. К ним относятся: глубина залегания, угол падения и мощность пластов, размеры и конфигурация выработанных пространств и целиков в плане, модуль упругости пород, коэффициент Пуассона и прочность на одноосное сжатие угля. В качестве граничных условий задаются напряжения, возникающие на почве очистной выработки от действия подработанных пород с использованием углов давления φ_1 [4]. Они получены на основе анализа обширного экспериментального материала и установлены для различных групп месторождений России. Углы давления характеризуют степень нарастания нагрузки на почву выработанного пространства по мере удаления от кромки забоя. Это позволяет учитывать при формировании граничных условий площадь отработанного пространства, глубину ведения очистных работ, конфигурацию выработок и целиков в плане, угол падения и вынимаемую мощность пласта.

Критерий построения зоны повышенного горного давления (зоны ПГД). В процессе развития горных работ на месторождении при выборе безо-

пасного варианта отработки шахтного поля необходимо выявлять опасные зоны с повышенной концентрацией напряжений, возникающих в районах влияния целиков и краевых частей выработок смежных пластов. Разработанные методы расчета [5–6] позволили прогнозировать напряженное состояние породного массива при отработке свиты пластов. В работах [5–6] было предложено часть зоны опорного давления, в которой возможно проявление динамических явлений, называть «Зона Повышенного Горного Давления» (зона ПГД). Она определяется из условия, что все динамические явления, происшедшие на данном месторождении, попадают в эту зону. Критический уровень, определяющий границу зоны ПГД, определяется по нормальным к напластованию напряжениям, нормированным на вертикальные напряжения нетронутого массива горных пород. Чтобы установить, какому уровню напряжений соответствует граница этой зоны, была проведена серия расчетов для конкретных ситуаций отработки угольных пластов на различных месторождениях России, где произошли динамические явления. Из сопоставления расчетных значений напряжений в массиве горных пород с фактическими данными о возникновении динамических явлений определено критическое значение нормальных к напластованию напряжений для глубин 500–1000 м, соответствующее границе расчетной зоны ПГД, а именно $\sigma_y = k_1 \gamma H$ (коэффициент k_1 рассчитывается для каждого месторождения). Например, для условий шахт ОАО «Воркутауголь» расчетная граница зоны ПГД определяется значением $\sigma_y / \gamma H = 1.25$.

Расчетная схема. Для построения расчетных схем используются планы горных работ по пластам в формате AutoCAD, которые составляются маркшейдерскими отделами в соответствии с требованиями инструкции [7] с обязательным нанесением границ зон ПГД. С планов горных работ в цифровом виде снимаются данные, например, поквартальной отработки пластов свиты и с использованием графического пакета Surfer выполняется построение расчетных схем.

2. Геомеханический и геофизический контроль напряженного состояния

В период с 08.2011 до 09.2011 гг. в зоне влияния отработки лавы 1012-с пласта «Четвертый» на шахте «Комсомольская» зафиксировано 297 сейсмических событий (рис.1). Из них: 45.8% - события с энергией до 1000 Дж, 33.3% - с энергией от 1000 до 2000 Дж, 12.8% - с энергией от 2000 до 3500 Дж, 5.7% - от 3500 до 6000 Дж, 0.7% - от 6000 до 10000 Дж, 1.3% - более 10000 Дж (табл.1).

При этом сейсмические события (рис.2) с энергией до 3500 Дж происходили в ПГД с опережением фронта очистных работ до 240 м, а с энергией 3500 Дж до 6000 Дж - до 115 м.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

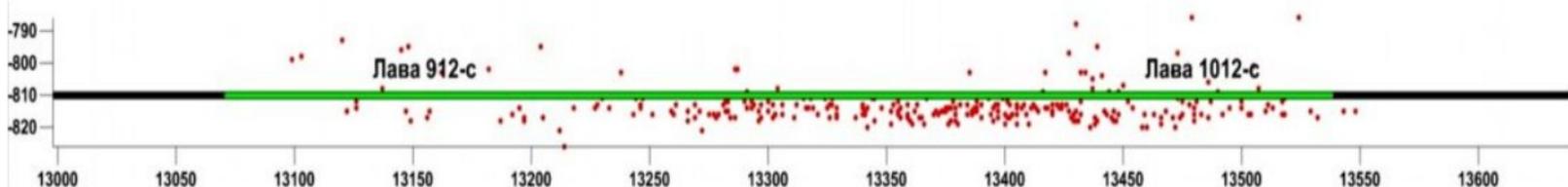


Рис. 1. Сейсмические события при отработке лавы 1012-с в период с 08.2011 по 09.2011 гг.

Таблица 1

Период отработки	Е, Дж					
	<1000	1000-2000	2000-3500	3500-6000	6000-10000	>10000
08.2011-09.2011	136/45,8%	100/33,7%	38/12,8%	17/5,7%	2/0,7%	4/1,3%

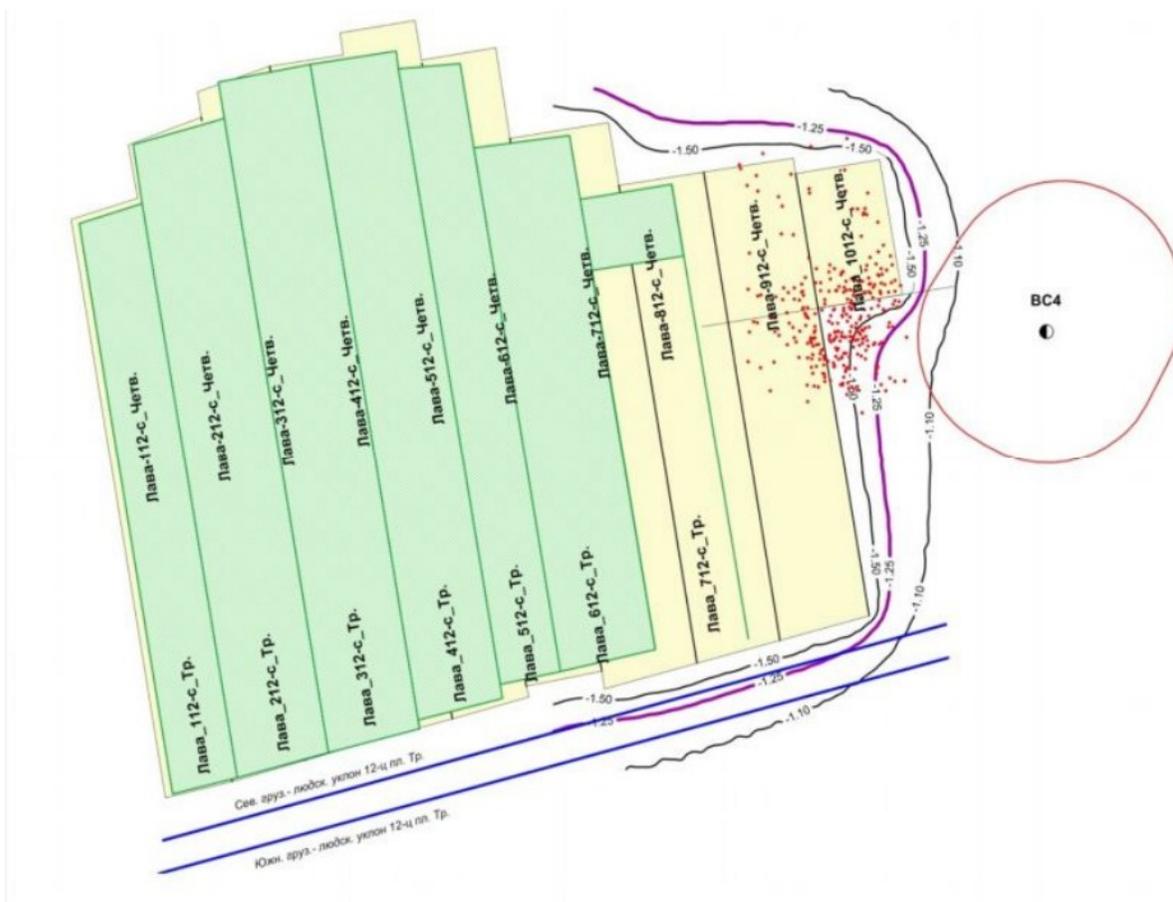


Рис. 2. Сейсмические события при отработке лавы 1012-с в период с 08.2011 по 09.2011 гг.

По результатам геофизического контроля напряженного состояния установлено, что критерий построения зон ПГД отражает геомеханическое состояние породного массива при отработке свиты пластов.

3. Прогноз напряженного состояния пласта “Пятый”

Для прогнозирования границ опасных зон при отработке лав 612–712 проведена оценка напряженного состояния пласта “Пятый” на планируемые этапы его отработки в 2014 – 2016 годах. По результатам расчетов построены прогнозные карты напряженного состояния пласта “Пятый” на моменты, соответствующие плану отработки лав 612-712, с учетом горных работ по лавам 112-з–512-з пласта “Пятый” и лав 112-з–512-з пласта “Мощный”. Например, на рис. 3 представлено распределение напряжений на пласте “Пятый” после отработки лавы 512-з и лавы 412-з пласта “Мощный” в 12.2013. При принятом порядке

ведения горных работ первой отработывается лава 712. Видно, что разрезная печь в этой лаве находится вне зоны ПГД и, следовательно, очистные работы можно вести в обычном режиме. Однако, уже после первого этапа отработки лавы 712 пласта “Пятый” в 06.2014 зона ПГД распространяется в поле лавы 712 на расстояние 70 м от фронта очистных работ, а в поле лавы 612 - на расстояние 16 м от фронта очистных работ (рис. 4). Влияние опорного давления от отработанных полей шахт “Центральная” и “Северная” таково, что в формирующемся целике между ними напряжения превосходят 1.4 μ Н и граница зоны ПГД уходит в сторону лавы 914-в шахты “Центральная”. На последующих этапах отработки лавы 712 пласта “Пятый” зона ПГД распространяется в поле лавы 612 на расстояние 70 м от разрезной печи и уходит в сторону лавы 914-в шахты “Центральная”.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

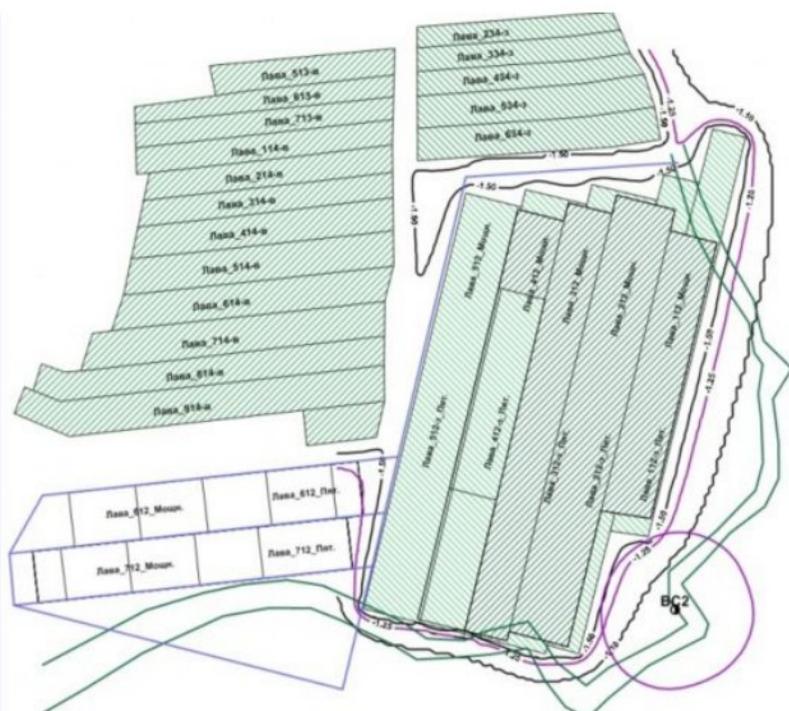


Рис.3. Зона ПГД на пласте “Пятыj” после отработки лавы 512-з пласта “Пятыj” и лавы 412-з пласта “Мощный” в 03.2014 г.

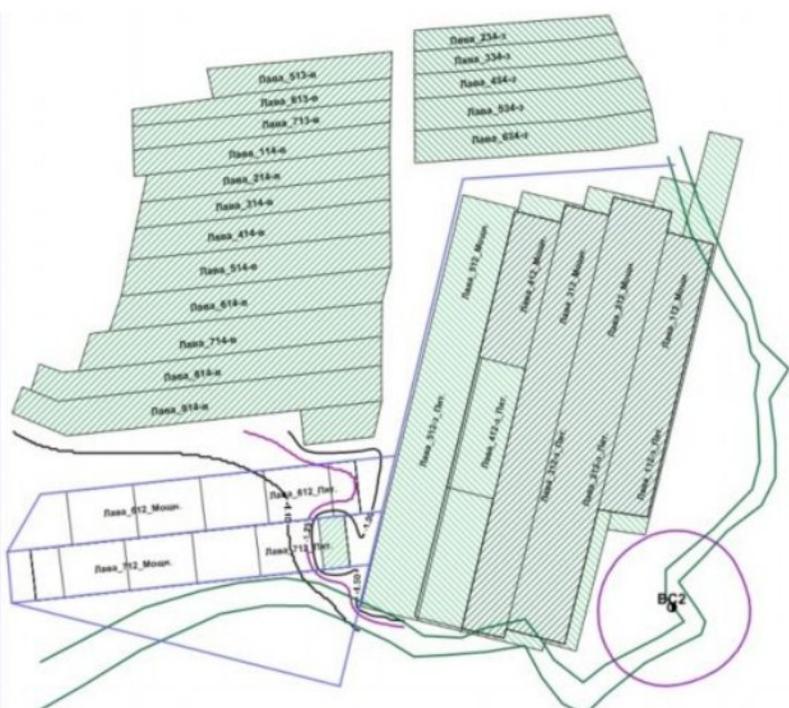


Рис. 4. Зона ПГД на пласте “Пятыj” после отработки лавы 712 пласта “Пятыj” и лавы 412-з пласта “Мощный” в 06.2014 г.

Следовательно, начало отработки лавы 612 пласта “Пятыj” будет проходить в зоне ПГД, которая охватывает около 70 м этой лавы. При планировании порядка отработки лав 612 и 712 пласта “Пятыj” не принято во внимание, что после отработки лавы 712 формируется целик между горными работами на шахтах “Центральная” и “Северная”.

Для обеспечения геомеханической безопасности ведения горных работ предлагается первой отработать лаву 612 пласта, а затем лаву 712 пласта “Пятыj”. Для прогнозирования границ опасных зон при отработке лав 612 проведена оценка напряженного состояния пласта “Пятыj” на планируемые эта-

пы ее отработки. Например, после первого этапа отработки лавы 612 пласта “Пятыj” зона ПГД распространяется в поле лавы 612 на расстояние до 85 м от фронта очистных работ, а в поле лавы 712 - на расстояние до 95 м вдоль лавы 612 и на 70 м от нее в правом верхнем углу от разрезной печи (рис.5). После второго этапа отработки лавы 612 пласта “Пятыj” зона ПГД распространяется в поле лавы 612 на расстояние 65 м от фронта очистных работ, а в поле лавы 712 - на расстояние 410 м вдоль лавы 612 и на 105 м от нее (рис.6).



Рис. 5. Зона ПГД на пласте “Пятыj” после первого этапа отработки лавы 612 пласта “Пятыj”

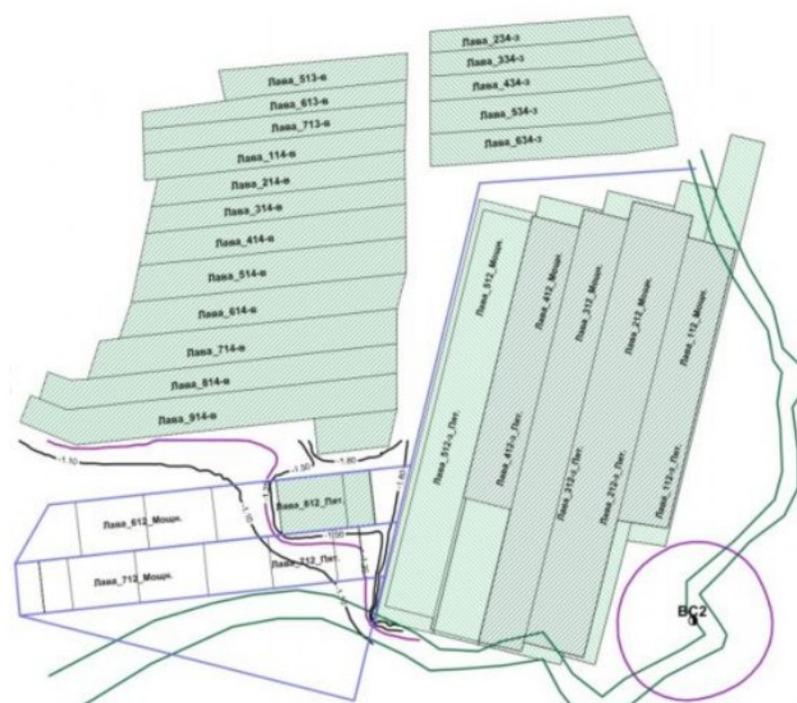


Рис. 6. Зона ПГД на пласте “Пятыj” после второго этапа отработки лавы 612 пласта “Пятыj”

Следовательно, вариант первоочередной отработки лавы 612 “Пятыj” обеспечивает начало отработки лавы 712 вне зоны ПГД, за исключением небольшого участка, примыкающего к лаве 612.

Заключение

По результатам геофизического контроля напряженного состояния установлено, что критерий построения зон ПГД отражает геомеханическое состояние породного массива при отработке свиты пластов.

Проведена прогнозная оценка проекта отработки лав 612 и 712 пласта "Пятый" с учетом влияния отработанных лав 112-з – 512-з пластов "Пятый" и "Мощный". Установлено, что для обеспечения геомеханической безопасности ведения горных работ по пласту "Пятый" необходимо изменить порядок отработки лав, т.е. первой обрабатывать лаву 612, а затем лаву 712 пласта "Пятый".

Программа Suit3d позволяет проводить прогноз напряженного состояния породного массива и осуществлять геомеханическое обоснование проектов отработки свит угольных пластов и пластовых рудных залежей.

Литература

1. Напряженное состояние массива горных пород около очистных выработок произвольной формы в плане.

ФТПРПИ, 1982, № 5, с. 3-8. //И.М. Петухов, Зубков В.В., Зубкова И.А., Линьков А.М., Сидоров В.С.

2. Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов. Справочное пособие. М., Недра, 1992. 256 с. //И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, В.В. Зубков и др.

3. Зубков В.В., Зубкова И.А. Программа расчета напряженного состояния горных пород около очистных выработок произвольной формы в плане (SUIT3D). РосАПО, Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960012 от 10.01.1996.

4. Теория защитных пластов. М., Недра, 1976, 224 с. //И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, И.А. Фельдман.

5. Зубков В.В. К вопросу об опорном давлении, вызванном влиянием очистных выработок на смежных угольных пластах. Л., ВНИМИ, 1976, сб. 99, с. 144-147.

6. Зубков В.В. О влиянии целиков на напряженное состояние массива горных пород. Подземная разработка тонких и средней мощности угольных пластов. Тула, 1976.

7. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. РД 05-328-99. 2000.

Виктор Васильевич Зубков, д.т.н., "Научный центр геомеханики и проблем горного производства" СПГГУ;
Александр Анатольевич Вьюников, гл. технолог по ГДЯ технической дирекции ОАО "Воркутауголь";
Ирина Александровна Зубкова, к.т.н., "Научный центр геомеханики и проблем горного производства" СПГГУ

Е.М.Волохов, Нгуен Суан Бак, Е.С.Рожнов

РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЛЮБОМ СЕЧЕНИИ МУЛЬДЫ СДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ТИПОВОЙ КРИВОЙ

Рассмотрен расчет сдвижений и деформаций земной поверхности методом типовых кривых. Предложены уравнения для аналитического выражения типовых кривых для угольных бассейнов России. Изложены принципы изучения деформаций в мульде на примере анализа наклонов. Приведены примеры анализа наклонов в мульде.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сдвигения; деформации; наклоны; кривизна; мульда сдвигения; типовые кривые.



Е.М.Волохов



Н.С.Бак



Е.С.Рожнов

Как известно, при ведении горных работ нарушается естественное напряженно-деформированное состояние породного массива, деформации, появляющиеся около выработки, развиваются в массиве и могут достигать земной поверхности, где образуется мульда сдвигения. Ее форма и размеры зависят от многих горно-геологических факторов. Так, например, для случая разработки пластовых месторождений к

таким факторам относят: вынимаемую мощность и угол падения пласта, глубину горных работ, размеры выработанного пространства, физико-механические свойства горных пород и строение массива, количество подработок горного массива, мощность наносов, наличие дизъюнктивных нарушений и другие. Однако распределения сдвижений и деформаций в мульде подчиняются определенным закономерностям для схожих горно-геологических условий.

Для расчета сдвижений и деформаций в мульде при разработке угольных месторождений в нашей стране широко используется метод типовых кривых – безразмерных функций распределения основных видов сдвижений и деформаций, представляющих собой выраженные в безразмерной форме средние значения оседаний, наклонов, кривизны, горизонтальных сдвижений и деформаций.

Типовые кривые оседаний и их первые две производные – $S(z)$, $S'(z)$, $S''(z)$, а также исходные пара-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

метры, характеризующие особенности геологического строения, были определены на основе статистической обработки результатов инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности в основных угольных бассейнах и месторождениях. К исходным параметрам процесса сдвижения относятся граничные углы ($\beta_0, \gamma_0, \delta_0$) для определения границ мульды, угол максимального оседания (Θ) и углы полных сдвижений (ψ_1, ψ_2, ψ_3) для определения положения точек в мульде с максимальным оседанием, а также относительные величины сдвижений (q_0, a).

После определения коэффициентов подработки, рассчитывают размеры мульды (длины всех трех полумульд L_1, L_2, L_3) и вычисляют максимальное оседание - η_m . Далее величины сдвижений и деформаций (наклонов и кривизны) в мульде вычисляются по известным формулам:

$$\eta(x) = \eta_m S(z), \quad (1)$$

$$i(x) = \frac{\eta_m}{L} S'(z), \quad (2)$$

$$k(x) = \frac{\eta_m}{L^2} S''(z). \quad (3)$$

Типовую кривую $S(z)$ и ее производные $S'(z), S''(z)$ традиционно принято задавать в дискретном виде в форме таблиц. Такая табличная форма типовых кривых используется и в «Правилах охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях» [2].

Для решения практических задач, связанных с расчетом сдвижений и деформаций, не всегда удобно использовать табличную форму типовых кривых, особенно при реализации автоматизированных процедур расчета распределений сдвижений и деформаций в мульде. Иначе обстоит дело с типовыми кривыми, заданными в аналитическом виде.

В разное время этими вопросами занимались известные ученые: С.Г.Авершин, Р.А.Муллер, С.П.Колбенков, А.Н.Павлов и другие. Ими были предложены различные уравнения для аналитического выражения типовых кривых. Наиболее часто предлагались показательные-степенные, тригонометрические функции и функции Гаусса.

Применение типовых кривых в таком аналитическом виде позволяет решить ряд технических вопросов расчета сдвижений и деформаций:

- сократить объем исходной информации по типовой кривой до нескольких констант в уравнении кривой;
- решить вопрос об интерполяции значений сдвижений и деформаций между точками, зафиксированными при изначальном табличном задании кривых;
- упростить процедуры расчета распределений сдвижений и деформаций при суммировании мульд в условиях многократной подработки.

Кроме того, такая форма задания кривых может обеспечить:

- решение вопросов, связанных с фиксацией границ мульды, учитывающих, в частности, неравенство нулю граничных оседаний;
- реализацию процедур сглаживания первичных кривых, полученных на профильных линиях;
- анализ геометрии профиля мульды с учетом положения точек перегиба и т.п.;
- определение значений деформаций вне главных сечений мульды на основе аналитического уравнения поверхности мульды, в том числе максимальных наклонов и кривизны.

Современное развитие вычислительной техники и программного обеспечения позволяют без труда обеспечить подбор функций для конкретных типовых кривых, заданных таблично, определить параметры этих функций на основе метода наименьших квадратов, оценить погрешность такой аппроксимации.

Проведенные исследования показали, что из известных ранее функций наиболее приемлемой для аппроксимации кривых на угольных месторождениях является показательная-степенная функция, предложенная С.П.Колбенковым [1]:

$$S(z) = (1 - z)^{a \cdot z^b \cdot e^{cz}}, \quad (4)$$

где $z = x/L$, L - длина полумульды, x - абсцисса рассматриваемой точки (начало координат в точке максимального оседания), e - основание натуральных логарифмов, a, b, c - постоянные коэффициенты, определяемые по заданным табличным величинам.

По способу наименьших квадратов в программе MathCAD были вычислены параметры a, b и c для типовых кривых всех угольных бассейнов России, данные по которым приведены в [2]. Для каждого коэффициента подработанности в угольном бассейне определялись собственные значения указанных коэффициентов.

Для улучшения показателей приближения аппроксимирующих функций, при нахождении коэффициентов по данному алгоритму, помимо таблиц значений кривой оседаний были использованы данные по наклонам и кривизне.

Кроме известных функций были рассмотрены и другие. Наиболее удачные результаты получены при использовании показательной-степенной функции вида:

$$S(z) = (1 + az^2) e^{-bz^2}, \quad (5)$$

где $z = x/L$, L - длина полумульды, x - абсцисса рассматриваемой точки (начало координат в точке максимального оседания), e - основание натуральных логарифмов, a и b - коэффициенты, определяемые по заданным табличным величинам.

В отличие от функции, предложенной С.П.Колбенковым, эта функция, помимо использования всего двух коэффициентов, имеет более ком-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

пактные выражения для производных (в конечном счете определяющих наклоны и кривизну).

Первая и вторая производные функции по z будут иметь вид:

$$S'(z) = 2ax e^{-bx^2} - 2(1+ax^2)bx e^{-bx^2}, \quad (6)$$

$$S''(z) = 2a e^{-bx^2} - 8ax^2 b e^{-bx^2} - 2(1+ax^2)be^{-bx^2} + 4(1+ax^2)b^2 x^2 e^{-bx^2}. \quad (7)$$

Здесь так же, как и для функции С.П.Колбенкова, при реализации алгоритма по способу наименьших квадратов использованы данные по наклонам и кривизне.

Анализ результатов, полученных по указанным функциям типовых кривых, показал, что они позволяют хорошо описать только кривую оседаний, для типовых кривых наклонов и кривизны результаты получились не столь впечатляющие, но и здесь имеются определенные возможности по улучшению качества аппроксимации.

Для примера рассмотрим типовые кривые для Восточного Донбасса и Приморского края. В табл.1, 2 приведено сравнение табличных и расчетных величин $S(z), S'(z), S''(z)$ для угольных месторождений Восточного Донбасса и Приморского края при разных коэффициентах подработанности.

Таблица 1

Типовые кривые для Восточного Донбасса и Приморского края при $n=0,7$ и $n=0,8$

z	заданы таблично			получены по формуле			заданы таблично			получены по формуле		
	n=0,7			a=1,9857 b=6,5922			n=0,8			a=3,2627 b=6,6967		
	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)
0	1.000	0.000	-9.400	1.000	0.000	-9.213	1.000	0.000	-7.400	1.000	0.001	-6.858
0,1	0.960	0.910	-8.200	0.955	0.887	-8.191	0.970	0.730	-7.000	0.966	0.682	-6.726
0,2	0.830	1.590	-5.200	0.829	1.576	-5.334	0.850	1.360	-5.600	0.865	1.317	-5.732
0,3	0.650	1.900	-1.800	0.651	1.918	-1.411	0.690	1.830	-3.000	0.708	1.772	-3.096
0,4	0.460	1.850	2.300	0.459	1.867	2.261	0.480	1.910	-0.700	0.522	1.898	0.626
0,5	0.290	1.490	4.300	0.288	1.516	4.444	0.310	1.670	3.900	0.341	1.668	3.728
0,6	0.160	1.040	4.600	0.160	1.042	4.750	0.170	1.200	5.100	0.196	1.218	4.923
0,7	0.080	0.620	3.700	0.078	0.610	3.745	0.080	0.710	4.400	0.098	0.745	4.303
0,8	0.030	0.320	2.300	0.033	0.306	2.349	0.030	0.350	2.800	0.043	0.384	2.864
0,9	0.010	0.120	1.100	0.013	0.131	1.209	0.010	0.130	1.200	0.016	0.168	1.526
1	0.000	0.000	0.000	0.004	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.063	0.000

Таблица 2

Типовые кривые для Восточного Донбасса и Приморского края при $n=0,9$ и $n=1$

z	заданы таблично			получены по формуле			заданы таблично			получены по формуле		
	n=0,9			a=4,9594 b=6,9026			n=1			a=6,5807 b=6,3727		
	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)	S(z)	S'(z)	S''(z)
0	1.000	0.000	-4.300	1.000	0.000	-3.886	1.000	0.000	0.000	1.000	-0.000	0.416
0,1	0.980	0.470	-5.000	0.980	0.427	-4.955	0.990	0.190	-2.100	1.000	0.040	-1.920
0,2	0.900	1.020	-6.100	0.909	1.005	-6.407	0.950	0.560	-5.110	0.979	0.456	-6.317
0,3	0.770	1.610	-5.300	0.777	1.620	-5.312	0.860	1.200	-7.300	0.897	1.206	-7.917
0,4	0.580	1.980	-1.800	0.594	1.967	-1.315	0.710	1.890	-5.700	0.741	1.876	-4.807
0,5	0.390	1.920	2.900	0.399	1.870	3.072	0.500	2.200	0.000	0.538	2.089	0.609
0,6	0.220	1.460	5.700	0.232	1.427	5.332	0.290	1.890	5.700	0.340	1.802	4.686
0,7	0.100	0.870	5.600	0.117	0.890	5.051	0.140	1.200	7.300	0.186	1.254	5.778
0,8	0.040	0.420	3.700	0.050	0.460	3.452	0.080	0.560	5.100	0.088	0.722	4.637
0,9	0.010	0.150	1.500	0.019	0.199	1.841	0.010	0.190	2.100	0.036	0.348	2.829
1	0.000	0.000	0.000	0.006	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.143	0.000

В качестве критерия качества аппроксимации приведем среднеквадратические отклонения аналитической кривой от табличных значений типовых кривых для основных угольных бассейнов России (табл.3).

Таблица 3

СКО аналитической кривой от табличных значений типовых кривых

СКО	Московский бассейн			Буланашский бассейн			Печорский бассейн и Интинское месторождение			Восточный Донбасс и Приморский край			
	n=1	n=0,8	n=0,6	n=1	n=0,8	n=0,6	n=1	n=0,9	n=0,8	n=0,7	n=0,8	n=0,9	n=1
S(z)	0,030	0,007	0,003	0,012	0,013	0,022	0,008	0,008	0,016	0,003	0,020	0,010	0,030
S'(z)	0,108	0,036	0,081	0,122	0,101	0,090	0,068	0,046	0,054	0,021	0,038	0,038	0,108
S''(z)	0,810	0,284	0,062	2,081	0,690	0,709	0,838	0,403	0,392	0,155	0,461	0,323	0,815

Особые преимущества при использовании аналитически заданной типовой кривой проявляются при рассмотрении всей мульды, а не только главных ее сечений. Для анализа сдвижений и деформаций в любой точке мульды можно воспользоваться известной формулой [2]:

$$\eta(x, y) = \eta_m S(z_x) S(z_y),$$

где $z_x = x/L_3$, L_3 - длина полумульды по простиранию, $z_y = y/L_y$, L_y - длина полумульды по падению и восстанию (L_1 и L_2). Здесь ось Ox направлена по простиранию пласта, а ось Oy в крест простирания.

Следует отметить, что первые производные функции $\eta(x, y)$ не являются гладкими, а вторые производные будут иметь разрыв по границам полумульд (в точках с максимальными оседаниями) из-за скачка в значении полумульды L или вставки участка с плоским дном (при полной подработке). Такие особенности функции $\eta(x, y)$ связаны со спецификой метода типовых кривых.

По известной функции поверхности мульды $\eta(x, y)$ можно определить наклоны в любой точке мульды сдвижений. Очевидной особенностью рассмотрения двумерной функции поверхности мульды является возможность оценить все наклоны в заданной точке, которые меняются в зависимости от направления от нуля до максимального значения (по направлению наибольшего ската поверхности мульды). Такие задачи можно решать, например, на основе использования уравнения касательной плоскости в рассматриваемой точке. Уравнение касательной плоскости в точке $P_0(x_0, y_0, z_0)$ можно получить по известной формуле:

$$f_{CP}(x, y) = \frac{\partial \eta}{\partial x(x_0, y_0)} (x - x_0) + \frac{\partial \eta}{\partial y(x_0, y_0)} (y - y_0) + \eta(x_0, y_0).$$

Здесь частные производные $\frac{\partial \eta(x, y)}{\partial x}$ и $\frac{\partial \eta(x, y)}{\partial y}$ определяют наклоны в мульде вдоль координатных осей Ox и Oy , то есть вдоль направлений главных сечений мульды.

Одним из параметров деформаций, который может представлять наибольший интерес при анализе воздействий подработки на высотные здания и линии электропередач, является максимальный наклон в мульде и его изменение от точки к точке. Для определения значения максимального наклона удобно воспользоваться выражениями для компонент вектора нормали к поверхности при явном задании функции поверхности:

$$\vec{N} = \left(\frac{\partial \eta}{\partial x}, \frac{\partial \eta}{\partial y}, 1 \right).$$

Отклонение нормали от вертикального направления будет определять максимальное значения наклона в заданной точке P_0 :

$$i_{MAX} = \sqrt{\left(\frac{\partial \eta}{\partial x(x_0, y_0)} \right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial y(x_0, y_0)} \right)^2}.$$

Распределение максимальных наклонов в мульде можно выразить в виде функции двух переменных:

$$i_{MAX}(x, y) = \sqrt{\left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right)^2}.$$

Нетрудно на основе компонент вектора нормали к поверхности определить направление максимального наклона относительно направления простирания. Здесь мы не будем приводить известных формул, реализующих обратную геодезическую задачу.

На рис.1 и 2 представлены графики мульды сдвижений в изолиниях оседаний и деформаций в изолиниях максимальных наклонов. Можно построить подобные графики для распределения наклонов в мульде по заданному направлению или графики, фиксирующие ориентацию максимальных наклонов в виде распределений значений дирекционных углов направлений наибольшего ската поверхности мульды и т.п.

Как видно из представленных данных, анализ сдвижений и деформаций на основе аналитического

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

задания типовых кривых с применением современных программных средств открывает широчайшие возможности. Особенно востребованными в этом подходе будут задачи анализа сдвижений и деформаций в мульде при многократной подработке.

К сожалению, решение подобных задач для параметров кривизны связано с методическими проблемами способа типовых кривых, указанными выше, а также трудностями математического характера. Так известно, что в классических подходах аналитической геометрии принято анализировать нормальные кривизны (главным образом главные кривизны в нор-

мальных сечениях), полную кривизну поверхности (гауссову кривизну) и т.п., а в маркшейдерии традиционно используют анализ по вертикальной кривизне в разных направлениях.

Помимо проработки вопросов корректного расчета кривизны и горизонтальных деформаций при использовании принципов метода типовых кривых, в настоящее время остаются актуальными и вопросы разработки подобного математического аппарата для случаев подработки земной поверхности при строительстве подземных сооружений.

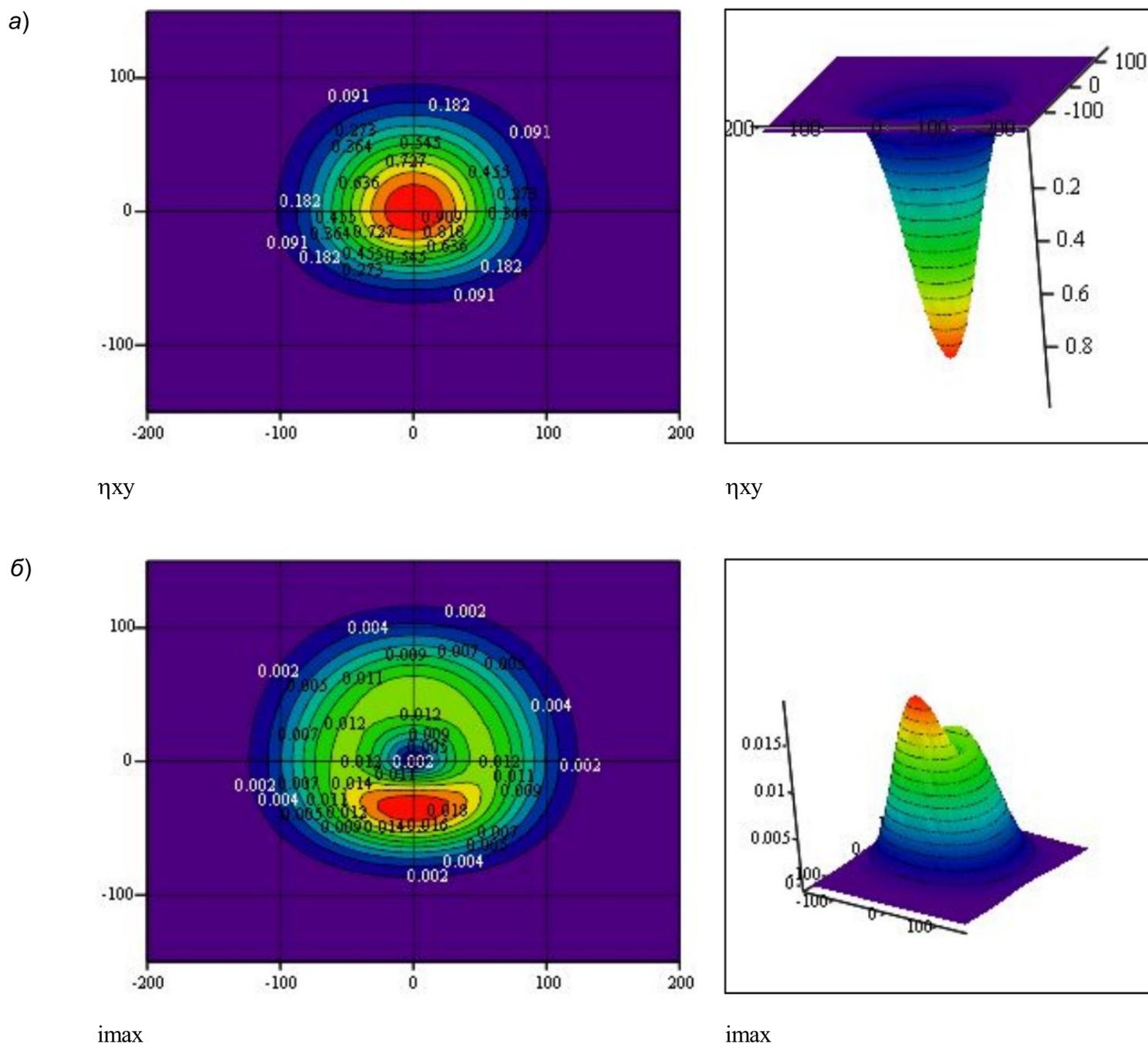


Рис. 1. Графики распределения сдвижений и деформаций в мульде при неполной подработке:

а) в изолиниях оседаний; б) в изолиниях максимальных наклонов

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

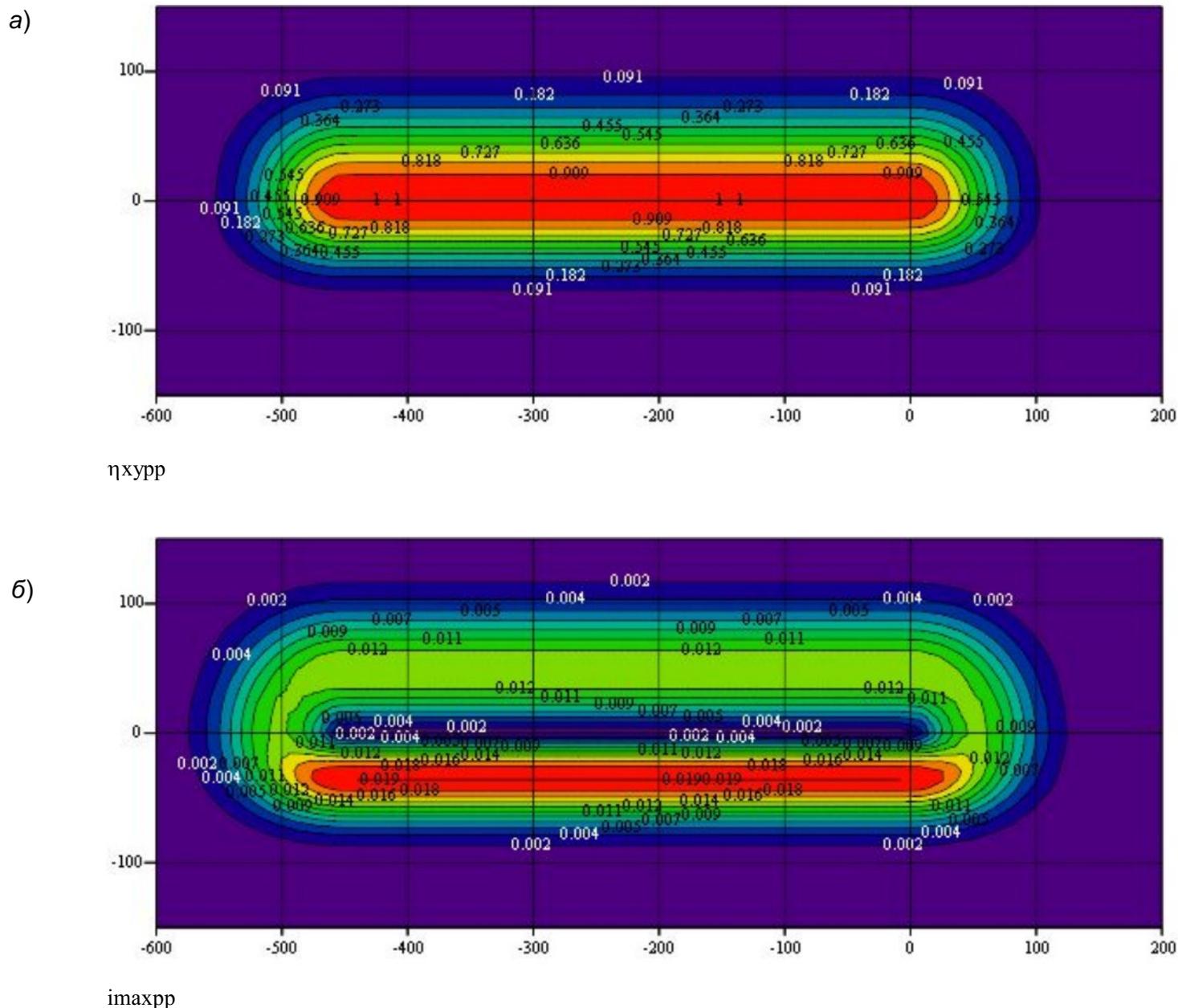


Рис. 2. Графики распределения сдвижений и деформаций в мульде при полной подработке:
а) в изолиниях оседаний; б) в изолиниях максимальных наклонов

Литература

1. Колбенков С.П. Аналитическое выражение типовых кривых сдвижения поверхности.// Труды ВНИМИ. 1961. №43. С. 46-49.
2. Правила охраны сооружений и природных объек-

тов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. СПб: ВНИМИ, 1998. 291 с. (Минтопэнерго РФ. РАН. Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела - Межотраслевой науч. центр ВНИМИ).

Евгений Михайлович Волохов, к.т.н., доцент;
Нгуэн Суан Бак, аспирант;
Евгений Сергеевич Рожнов, аспирант
(кафедра маркшейдерского дела, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», г.Санкт-Петербург, тел.(812) 328-8259)

Ю.В.Васильев, М.Л.Юрьев, В.Д.Трушин, А.Ю.Шатилин, А.В.Филатов

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НИЖНЕВАРТОВСКОЙ ГРЭС

Приведены результаты геодинамического мониторинга на Самотлорском полигоне и деформационного мониторинга на Нижневартурской ГРЭС. Выполнен анализ полученных данных, позволивший отнести промышленную площадку к зоне геодинамического риска по природно-тектоническому и инженерно-геологическому фактору. Даны рекомендации по созданию автоматизированной системы деформационного мониторинга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геодинамический полигон; деформационный мониторинг; напряженно-деформированное состояние недр; нивелирование; спутниковые наблюдения; интерферометрия; оседания земной поверхности.

Нижневартурская ГРЭС – государственная районная электростанция, расположенная на территории ХМАО, в 15 км от города Нижневартурска, на берегу реки Вах - построена в 1988 г. по проекту ОАО «УралТЭП». Принадлежит ЗАО «Нижневартурская ГРЭС» – совместному предприятию ОАО «ОГК-1» и ТНК-ВР. В настоящее время в работе 2 энергоблока мощностью по 800 Мвт. Первый энергоблок запущен в 1993 г., второй – в 2003 г., в 2011 г. начато строительство третьего энергоблока. Поскольку в площади горного отвода Самотлорского месторождения расположены Нижневартурская ГРЭС и пос. Излучинск, согласно программе [1], в 2002 г. был создан геодинамический полигон.

Природные геолого-тектонические условия

В инженерно-геологическом отношении промышленная площадка ГРЭС расположена на поверхности низкой террасы и поймы реки Вах (рис.1). Литологический разрез характеризуется следующим строением: сверху залегают намывные пески (мощностью от 3,5 до 6,9 м), под ними – современные аллювиальные отложения поймы и стариц (суглинки, супеси, глины, пески). В аллювиальной толще среди песков на глубине более 20 м от естественной поверхности отмечаются глинистые линзы и прослои озерно-аллювиального отложения. Модуль деформации песков равен 25 МПа. Исходя из условий инженерно-геологического строения, принят свайный вариант фундаментов с опиранием острия свай на песчаные грунты. Длина свай от 10 до 12 м, сечение 35×35 см.

В гидрогеологическом отношении площадка характеризуется наличием водоносного горизонта, приуроченного к аллювиальным пескам. Режим водоносного горизонта тесно связан с уровнем режимом в реке Вах. Наивысший уровень на начало июля - 41,00 м, минимальный уровень на середину апреля - 34,00 м. Отметка "0" главного корпуса равна 44,6 м, т.е. наивысший уровень ниже на 3,6 м. Уровень воды в намывных песках подвержен колебаниям и зависит от количества осадков, действующих систем водопонижения.

В процессе эксплуатации зданий и сооружений ГРЭС в результате статических и динамических нагрузок, а также изменения уровня грунтовых вод, их химического состава в результате утечки технологических вод, происходит нарушение структурного равновесия грунтов оснований фундаментов. Это приводит к развитию неравномерных осадков, которые в

значительной степени оказывают влияние на надежность работы технологического оборудования. В этой связи наблюдения за ними являются одной из важных задач в период эксплуатации сооружения ГРЭС.

Территория Усть-Вахской площади Самотлорского месторождения, на которой расположен пос. Излучинск и Нижневартурская ГРЭС, с точки зрения современной геодинамики, характеризуется нестабильным напряженно-деформированным состоянием недр по природному фактору. По результатам анализа структурной карты по кровле коллектора пласта АВ₁¹⁻², построенной по интерпретации материалов сейсморазведочных работ 3D, территория расположена в полузамкнутой впадине по изогипсе -1600 м с тектоническими нарушениями северо-восточной ориентировки [4].

По форме впадины, разнице отметок и выявленным дизъюнктивным нарушениям можно предположить наличие активных тектонических процессов при ее заложении. Ход неотектонических процессов продолжает свое влияние на формирование рельефа и гидросети в настоящее время. Анализ геолого-тектонических условий в районе ГРЭС и пос.Излучинск позволил выделить глубинные разломы и геодинамические процессы преимущественно природного генезиса, контролирующие современные подвижки.

В этой связи на предпроектной стадии выбора площадки под застройку ГРЭС должен быть выполнен анализ природной тектонической обстановки, а поскольку эта площадка еще и расположена в площади горного отвода Самотлорского месторождения, должны быть учтены техногенные условия от подработки застраиваемой территории и согласования с недропользователем [2].

Анализ результатов производственного деформационного мониторинга

Деформационный мониторинг технологических сооружений ГРЭС выполняется ОАО «УралОРГРЭС» с 1988 г. по настоящее время (1-2 раз в год) нивелированием II класса, по тремстам осадочным маркам. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что объекты подвержены осадкам, величины которых, в основном, не превышают допустимые. Однако, значительная величина неравномерных осадков выявлена по колоннам каркаса главного корпуса, особенно в районе колонн №№9-10 и №№12-14 ряда «Г». Данные колонны сопряжены с хребтовыми балками, на которые крепятся котлы. Наибольшая вели-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

чина осадки фундаментов составляет 53 мм. Эти данные были зафиксированы на период наблюдений с 1988 по 2001 г., до начала промышленной эксплуатации Усть-Вахской площади. Таким образом, величины осадки фундаментов (выше допустимых) начали

формироваться не от влияния разработки месторождения, а от других причин, т.е. от ошибок в расчетах фундаментов, строительного брака, природных инженерно-геологических процессов [4].

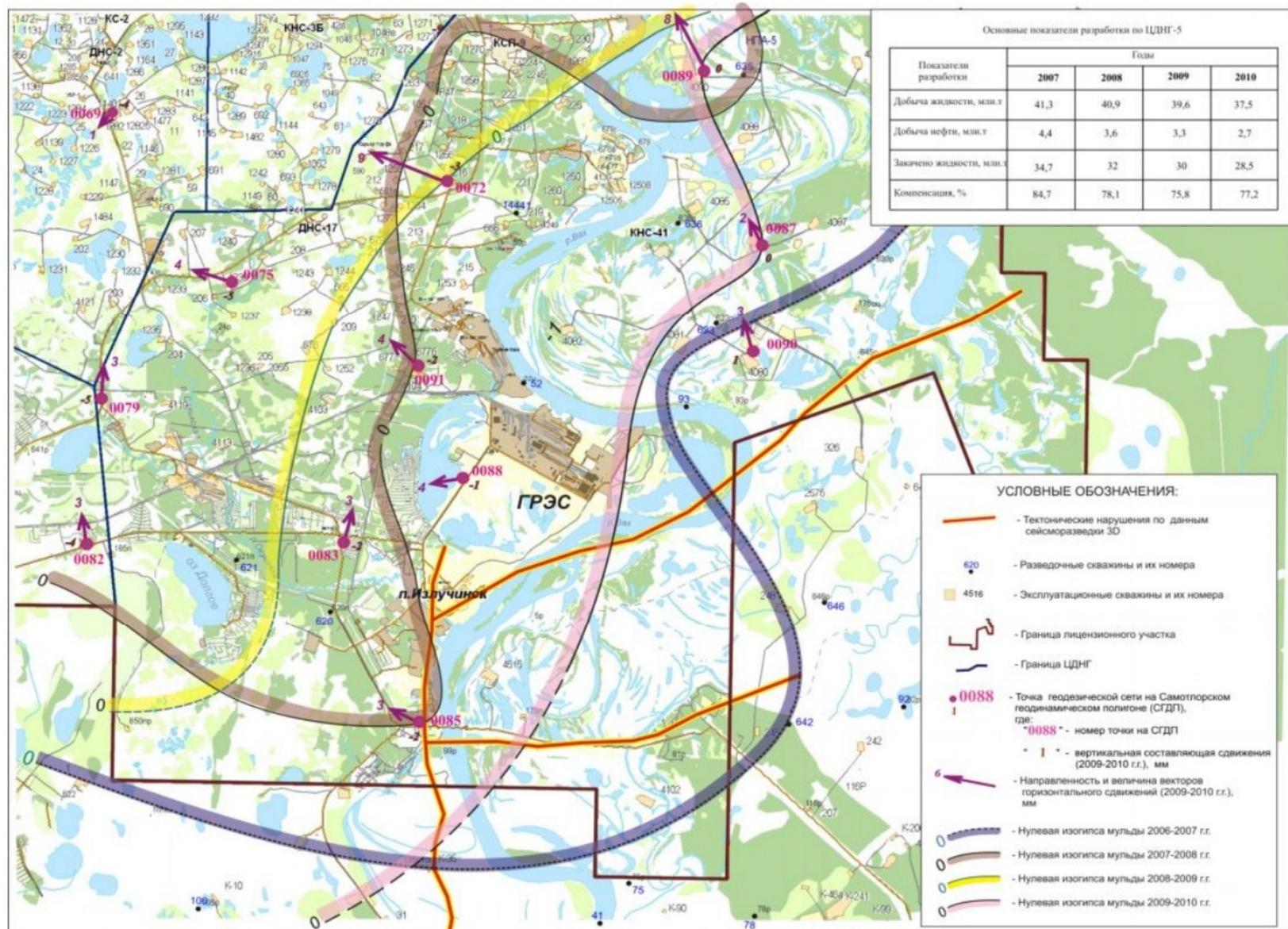


Рис. 1. Карта-схема промплощадки Нижневартовской ГРЭС на Усть-Вахской площади Самотлорского месторождения

В отчетах 2010 и 2011 гг. прослеживается увеличение максимальной осадки по (осям ряда Г) до 70,6 мм, величина относительной осадки составила 0,0031, а скорость осадки превышает критерий стабилизации 1 мм/год, что усиливает напряжение в каркасе главного корпуса и ленточном фундаменте по осям «Г» (рис.2). Все это происходит на фоне равномерной осадки всего остального главного корпуса. Отсюда можно сделать вывод о том, что фундаменты под колоннами Г10, Г11, Г12 не обеспечивают достаточной несущей способности для предотвращения нарастания неравномерной осадки.

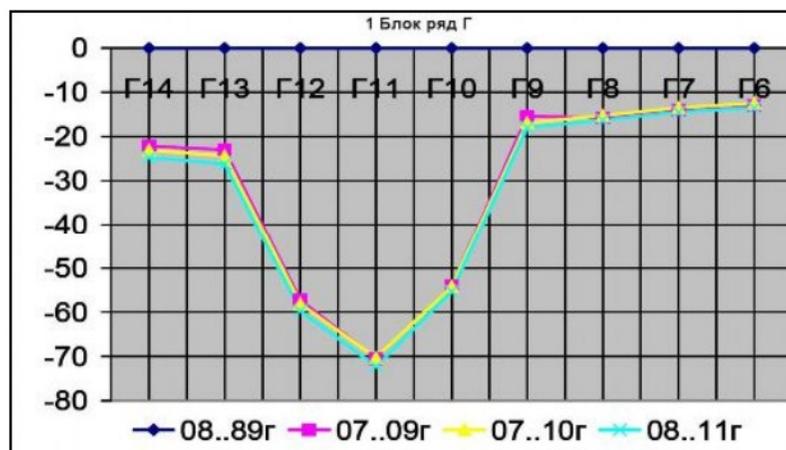


Рис. 2. Графики осадок под колоннами главного корпуса Нижневартовской ГРЭС

Анализ результатов геодинимического мониторинга

В соответствии с требованиями условий лицензионного соглашения и действующих нормативных документов на территории Самотлорского месторождения (лицензионные участки ОАО «Самотлорнефтегаз» и ОАО «ТНК-Нижневартовск») в 2002 г. был создан единый Самотлорский геодинимический полигон, состоящий из 85 наблюдательных станций. С 2003 г. по настоящее время ежегодно выполняется комплекс геодезических работ (высокоточное нивелирование II класса, GPS-измерения), геофизических исследований (гравиметрия), интерферометрическая обработка радиолокационных космических снимков.

В 2006 г. для детализации наблюдений на Усть-Вахской площади, где расположены Нижневартовская ГРЭС и пос. Излучинск, было заложено еще 6 пунктов СГДП. Поскольку сооружения Нижневартовской ГРЭС и пос. Излучинск расположены в зоне влияния отработки углеводородной залежи, основной целью работ являлось создание условий для обеспечения геодинимической безопасности посредством организации эффективной системы наблюдений за современными деформационными процессами природно-техногенного генезиса.

По данным многолетних геодинимических мониторинговых наблюдений на рассматриваемой территории сформирована зона геодинимического риска, поскольку зафиксированы (с 2002 по 2011 гг.) деформационные процессы от +10 до -30 мм, которые в местах тектонических дислокаций могут создавать условия для создания критических величин вертикальных и горизонтальных сдвижений в зонах тектонических нарушений (рис.3).

В период измерений 2010-2011 гг. процесс оседания сохранился в виде микромульд оседания (до -15 мм в пункте 0088) и подъема (до +5 мм в пункте 0082), что подтверждается данными, полученными в процессе обработки спутниковых радиолокационных снимков методом дифференциальной интерферометрии.

Техногенное влияние разработки Самотлорского месторождения

В соответствии с проектом опытно-промышленной отработки Усть-Вахской площади Самотлорского месторождения промышленное значение имеют нефтеносные пласты АВ₁¹⁻², АВ₁³, БВ₈⁰, БВ₈¹⁻³, залегающие в интервале глубин 1500-2000 м. По прогнозным оценкам наибольшее оседания земной поверхности при добыче нефти из этих пластов следует ожидать на начальном этапе отработки в режиме упругой энергии.

Прогнозные расчеты сдвижений и деформаций земной поверхности для различных проектных вариантов отработки (выполненные Пермским ГТУ в 2003 г.) показали, что максимальные оседания возникают при наиболее плотной сетке добывающих скважин и составляют ≈50 мм. На удалении ≈3 км от за-

боев крайних добывающих скважин оседания земной поверхности уже практически отсутствуют. Предполагалось равномерное падение давления во всех объемах на величину от 2 до 6 МПа. При заданных предположениях максимальное оседание поверхности составило от 60 мм до 180 мм в зависимости от падения пластового давления [4].

Оседания подобной величины не могут оказать заметного влияния на состояние промышленных и гражданских сооружений, однако существует опасность возникновения концентрированных деформаций в зонах тектонических нарушений, выявленных по данным сейсморазведки 3D. Известно, что сама по себе разломно-блочная структура массива недр, вследствие различия физико-механических свойств отдельных блоков и контактных зон, порождает крайне неравномерное распределение тензора напряжений. Добыча нефти в условиях неравнокомпонентного исходного поля напряжений может многократно усилить опасность техногенного воздействия на недра [3].

Анализ геодинимического мониторинга позволяет сделать вывод о том, что техногенное влияние добычи жидкости (нефти) на деформационные процессы проявляется в незамедлительной реакции на морфометрические показатели мульды. Так уменьшение основных показателей разработки по добыче нефти/жидкости по ЦДНГ-5 на Усть-Вахской площади (с 4,4/41,3 млн.т. в 2007 г. до 3,6/40,9 млн.т. в 2008 г.; до 3,3/39,6 млн.т. в 2009 г. и до 2,7/37,5 млн.т. в 2010 г.) отобразилось в процессе смещении нулевой изогипсы мульды на 5 и 2 км, соответственно, в сторону центральной части мульды (уменьшения ее размеров и площади). При этом, амплитуда вертикальных деформаций находилась в диапазоне от -15 до +10 мм, при максимальном горизонтальном сдвиге 9 мм, что свидетельствует о минимальном техногенном влиянии разработки месторождения на современные деформационные процессы (рис.3). Этот факт подтверждается результатами интерферометрии космических снимков за период 2007-2011 гг., где точность вертикальных смещений была достигнута в пределах 1 см (рис.4).

Таким образом, накопленная осадка 70.6 мм по оси «Г» главного корпуса была достигнута не от влияния разработки месторождения, а за счет ошибок в проектных решениях, инженерно-геологических или строительных просчетов.

К вопросу о создании автоматизированной системы деформационного мониторинга в зонах тектонических нарушений

Строительство и эксплуатация объектов высокого уровня ответственности, таких как ГРЭС, магистральные нефтегазопроводы, объекты гражданского назначения требуют обязательного анализа и учета специфики геолого-тектонических условий при выборе площадок на предпроектной стадии [2].

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

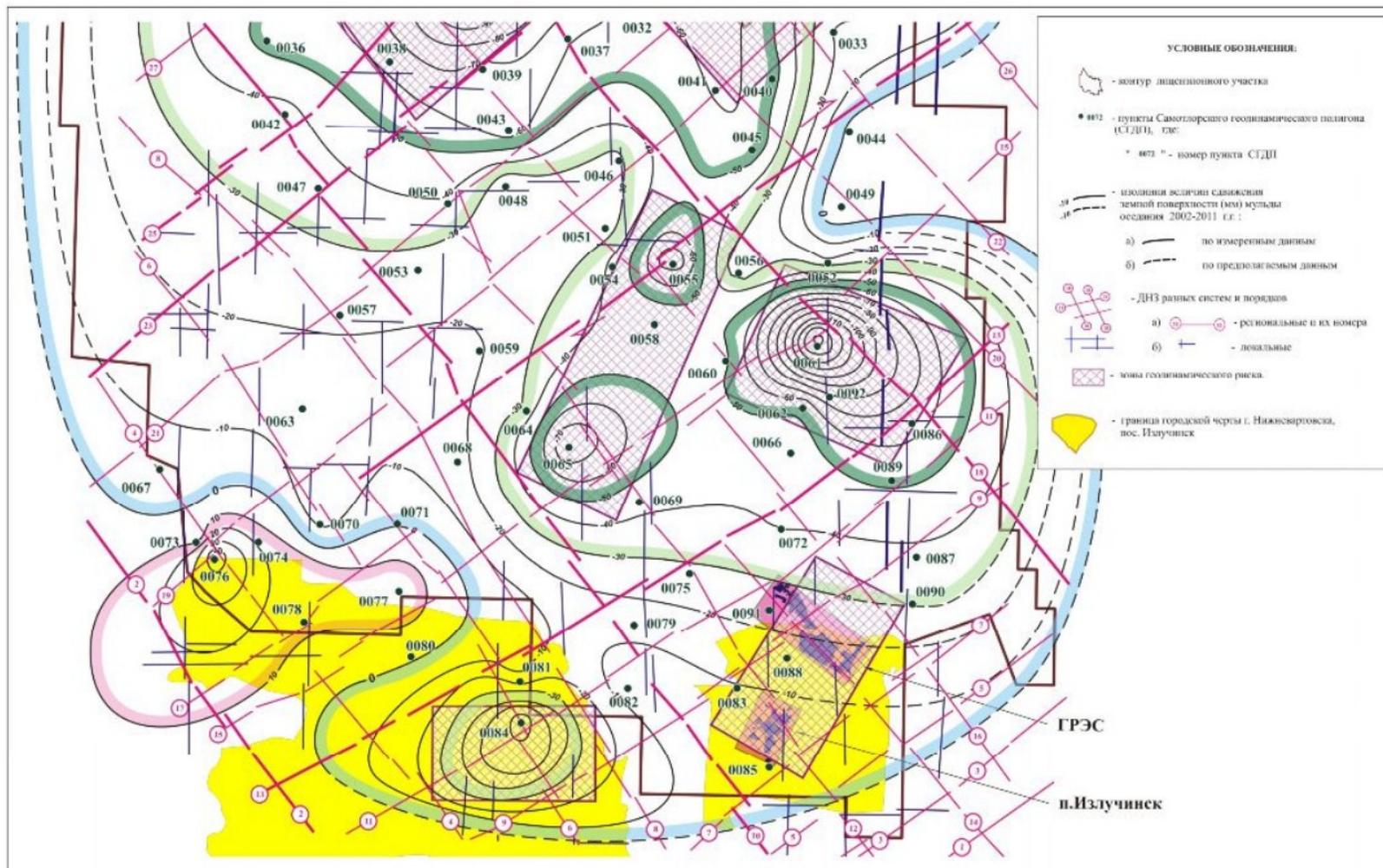


Рис. 3. Карта-схема современной геодинамической обстановки за период наблюдений 2002-2011 гг.

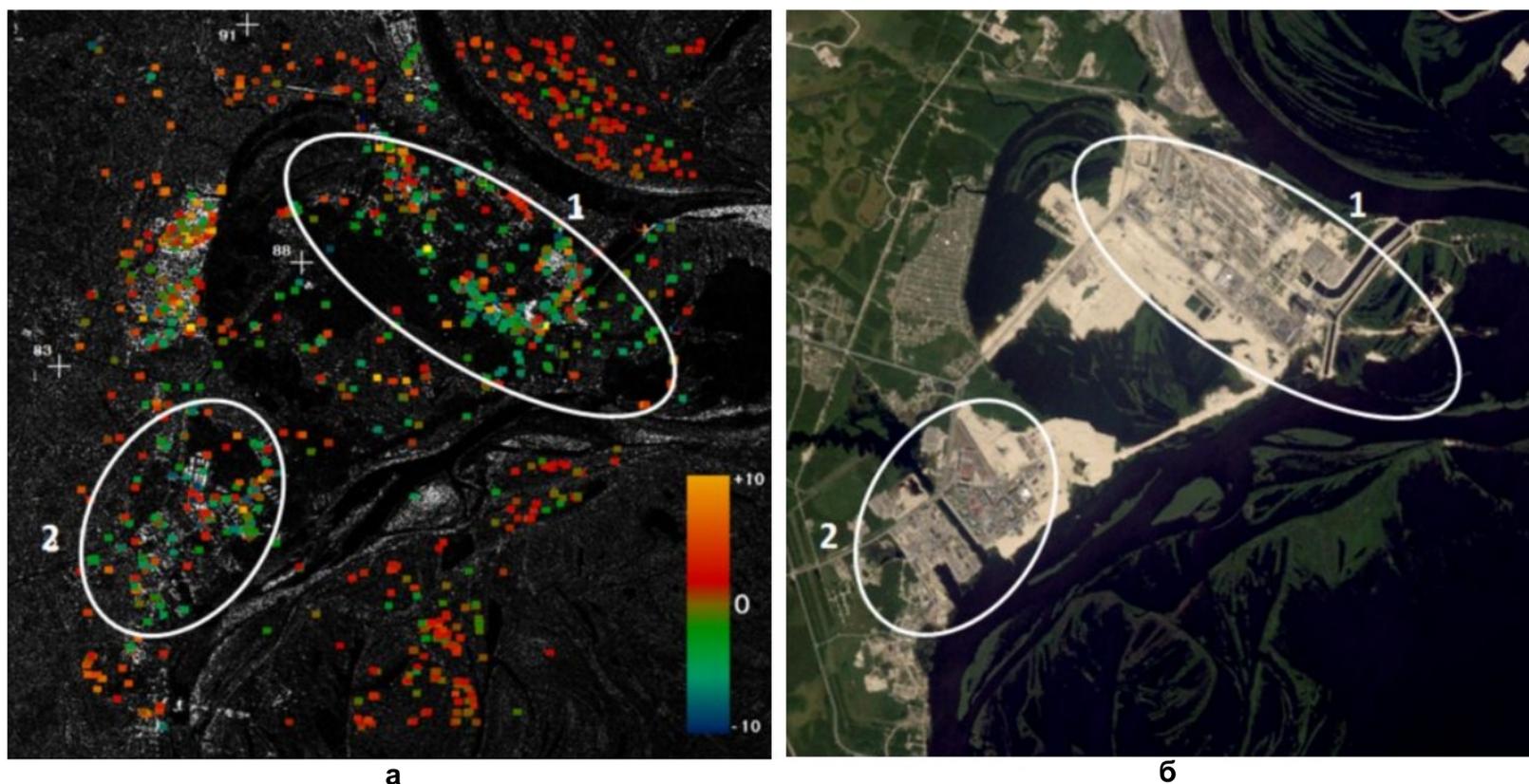


Рис.4. Относительные скорости смещений постоянных отражателей в районе Излучинской ГРЭС и поселка Излучинск:

а – смещения в цветовой шкале, нанесенные на радиолокационный снимок;

б – оптический снимок ALOS\AVNIR2 от 17.07.2007 г.

(смещения получены по результатам обработки данных ALOS\PALSAR за 2007-2011 гг.; шкала скорости смещений в мм/год; цифрами обозначены территория Нижневартовской ГРЭС (1), поселок Излучинск (2))

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Проведение геодезического (деформационного) мониторинга движений земной коры в зоне строительства крупных инженерных сооружений промышленного и гражданского назначения особенно актуально в регионах с высокой тектонической и сейсмической активностью [2]. При этом результаты геодезического мониторинга должны учитываться не только при изысканиях (выбор месторасположения возводимых объектов), но и при проектировании, строительстве и эксплуатации таких сооружений.

Анализ геодинамического мониторинга за период с 2003 по 2011 гг. позволил отнести Усть-Вахскую площадь к зоне геодинамического риска [4]. Таким образом, две системы деформационного мониторинга на Усть-Вахской площади, где расположена Нижневарттовская ГРЭС, осуществляемые ОАО «УралОРГРЭС» и ОАО «Самотлорнефтегаз», должны взаимодействовать и дополнять друг друга, преследуя единую цель – обеспечение геодинамической и промышленной безопасности. Однако традиционный подход к постановке работ геометрическим нивелированием 1-2 раза в год не способен отслеживать аномальные знакопеременные деформации в зонах дизъюнктивных дислокаций, поэтому выявить момент активизации сейсмодинамических процессов, а значит и подготовки возможных землетрясений, не представляется возможным.

В настоящее время одной из задач по обеспечению геодинамической безопасности сооружений высокого уровня ответственности, таких как Нижневарттовская ГРЭС, является геотехнический мониторинг, а так же контроль предельных и допустимых величин за счет применения спутниковой геодезии в автоматизированном режиме.

Это особенно актуально, поскольку в настоящее время ведется строительство 3-го энергоблока, в то время как в главном технологическом корпусе выявлена зона, превышающая допустимые осадки. В этой связи, необходима разработка программы автоматизированных систем наблюдений для сооружений, расположенных в зоне влияния природно-техногенных воздействий, согласно требованию ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

Выводы

1. Промышленная площадка под застройку Нижневарттовской ГРЭС выбрана на предпроектной стадии без учета специфики тектонических, инженерно-геологических, гидрогеологических условий, а так же без согласования с недропользователем ОАО «Самотлорнефтегаз», активно разрабатывающим углеводородную залежь на Усть-Вахской площади.

2. Анализ результатов геодинамического мониторинга ОАО «Самотлорнефтегаз» и деформационного мониторинга ОАО «УралОРГРЭС» позволяет отнести рассматриваемую промышленную площадку к зоне геодинамического риска по природному геолого-тектоническому фактору.

3. Необходима организация взаимодействия системы геодинамического мониторинга на СГДП ОАО «Самотлорнефтегаз» и производственной системы ОАО «УралОРГРЭС» по созданию автоматизированной системы наблюдений фундаментов зданий и сооружений Нижневарттовской ГРЭС.

4. Создание системы автоматизированных спутниковых измерений особенно актуально для контроля деформаций в зонах тектонических нарушений, выявленных на Усть-Вахской площади. В совокупности с организацией геотехнического объектного мониторинга на сооружениях ГРЭС (наклонометры, деформографы, тензодатчики), это позволит обеспечить оперативный контроль деформационных процессов в масштабе реального времени.

Литература

1. Научно-техническая программа «Создание системы геодинамической безопасности в зоне деятельности ОАО «Самотлорнефтегаз» Самотлорского месторождения». ЗАО НПП «Центр Прикладной Геодинамики», 2001г., с.93.
2. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.- М.: Госстрой России, 1997 г., с.47.
3. Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. - М.: Недра, 2007. - 486с.
4. Васильев Ю.В., Мартынов О.С., Кашников Ю.А. Проблема обеспечения геодинамической безопасности Усть-Вахской площади Самотлорского месторождения.// Нефтепромысловое дело №7, 2010. с.58-65.

Юрий Владимирович Васильев, к.г.-м.н., с.н.с., рук. группы геодинамического мониторинга, ЗСФ ИНГГ СО РАН, тел.(3452)688-791;

Михаил Леонидович Юрьев, вед.инженер ЗСФ ИНГГ СО РАН; Валерий Дмитриевич Трушин, главный маркшейдер ОАО "Самотлорнефтегаз";

Алексей Юрьевич Шатилин, главный маркшейдер ОАО "ТНК-Нижневарттовск";

Антон Валентинович Филатов, к.ф.-м.н., вед. науч. сотрудник НИИ Балтийского Федерального университета им.И.Канта (БФУ им. И.Канта)

В.И.Ляшенко, В.П.Стусь

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Изложены радиоэкологические особенности окружающей среды в зоне влияния уранового производства Украины. Дана краткая характеристика объектов уранового производства и оценка их влияния на окружающую среду. Приведены технические решения по снижению вредного влияния объектов уранового производства и результаты радиационного мониторинга урановых объектов, окружающей природной среды региона.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: радиоэкология; окружающая среда; урановое производство; население; радионуклиды; источник, ионизирующее излучение; природоохранные мероприятия.

* Основные научные и практические результаты исследований получены при выполнении научно-исследовательской работы (научный руководитель – В.И.Ляшенко): «Исследование и разработка способов пылеподавления при транспортировке, складировании, хранении полезных ископаемых и отходов добычи и переработки руд на объектах урановой промышленности» (№ Гос. регистрации 0102U003095) и др. Работа выполнена по материалам доклада на научно-практической конференции «Обеспечение безопасности персонала при проведении горных работ в урановых шахтах Украины», которая состоялась в Севастопольском национальном университете ядерной энергии и промышленности 27-28 января 2009 г.



В.И.Ляшенко



В.П.Стусь

Актуальность проблемы. Уранодобывающие предприятия имеют особенности, связанные с необходимостью обеспечения радиационной безопасности, поскольку в

процессе добычи и переработки урановых руд в окружающую среду поступают естественные радионуклиды. Основные источники радиоактивного загрязнения окружающей природной среды: горнодобывающие предприятия; рудные склады; отвалы пустой породы; гидрометаллургический завод (ГМЗ) и отходы его производства, складываемые в хранилищах наливного типа; шахтные воды (сбросы); вентиляционные выбросы; транспортные коммуникации (железнодорожные пути, технологические автомобильные дороги, пульпопроводы к хвостохранилищам). Утилизация отходов горно-металлургического производства (закладка выработанных пространств, сооружение плотин для специальных хранилищ и пр.) позволяет использовать лишь 50-60% общего их объема, а оставшаяся часть подлежит захоронению и последующей рекультивации загрязненных территорий. Актуальность радиоэкологических проблем особенно характерна для Приднепровского региона, где, начиная с 50-х годов прошлого столетия, велась добыча и переработка уранового сырья (ГП «ВостГОК», г.Желтые Воды, шахта «Первомайская», г.Кривой Рог, производственное объединение «Приднепровский химический завод», (ПО «ПХЗ») г.Днепродзержинск). Содержание естественных радионуклидов (ЕРН) и вредных химических веществ (ВХВ) в зонах влияния хвостохранилищ существенно превышает фоновые значения, характерные для окружающей среды данного региона. Они являются источником загрязнения, в частности, нижележащих грунтов и грунтовых вод в результате миграции радионуклидов с инфильтрующимися атмосферными осадками, а также атмосферного воздуха радиоактивной пылью и аэрозолями, радоном и продуктами его распада. Поэтому разработка и внедрение реабилитационных мероприятий, на-

правленных на охрану окружающей среды, радиационную защиту объектов, персонала и населения, проживающего в уранодобывающих регионах, - вот те важные, имеющие научное, практическое и социальное значение задачи, которые требуют решения [1-12].

Результаты и их обсуждение. Горная технология и радиоэкология. Урановая промышленность в Украине сосредоточена в основном в Днепропетровской и Кировоградской областях и представлена тремя действующими шахтами ГП «ВостГОК» («Ингульская», «Смолинская» и «Новокозантиновская»). На Желтореченской площадке размещены шахты «Ольховская», «Северная-Дренажная», «Капитальная», «Новая», «Новая-Глубокая», «Южная-Вентиляционная», завод по переработке уранового сырья (ГМЗ), завод серной кислоты (СКЗ) и ряд вспомогательных подразделений, здесь расположен также офис комбината. С начала эксплуатации Желтореченского месторождения образовались два карьера: «Габаевский» и «Веселоивановский», четыре хвостохранилища: отработанный карьер бурых железняков (КБЖ); балки «Щербаковская» («Щ»); «Разбери» («Р») и «Терновская» («Т»), а также воронка обрушения – как следствие подземной разработки железорудного месторождения системами с принудительным обрушением руд и вмещающих пород [3, 4, 9]. Добыча руд привела к образованию 550 тыс.м³ отвалов пустых пород и забалансовых руд и нарушению 968 га плодородных земель.

Шахта «Ингульская» ГП «ВостГОК» (г.Кировоград) создана в 1968 г. на базе Мичуринского уранового месторождения, представленного рудными телами сложной морфологии, которые прослеживаются до глубины 500 м с тенденцией к резкому выклиниванию на глубину. Очистные работы начаты в 1976 г. Отработка месторождения осложняется тем, что над значительной частью рудных залежей протекает река Ингул. К настоящему времени геологические запасы Мичуринского месторождения в значительной части погашены, а в отработку вовлечены руды Центрального. Горно-геологическая характеристика этого месторождения аналогична Мичуринскому, но рудные тела прослеживаются до глубины свыше 1000 м. Так как рудные тела расположены под городом Кировоград, выдачу руды осуществляют по транспортному штреку протяженностью 6,2 км, прой-

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

денному на глубине 300 м и стволу "Северный".

Шахта «Смолинская» ГП «ВостГОК» (пгт Смолино Кировоградской обл.) образована на базе Ватутинского уранового месторождения в 1976 г. Месторождение вскрыто на южном фланге основными стволами "Главный" и "Вспомогательный", пройденными до горизонта 460 м, которые предназначены для выдачи горной массы, спуска-подъема людей, материалов, оборудования, для вентиляции, откачки подземных вод на поверхность; на северном фланге - стволом шахты "Вентиляционная", пройденным до горизонта 280 м, который оборудован главной вентиляционной установкой (ГВУ). За время производственной деятельности шахт на промышленных площадках складировались пустые породы и забалансовые руды (табл.1).

Таблица 1

Характеристика отходов добычи и переработки урановых руд

Наименование показателей	Месторождения	
	Мичуринское	Ватутинское
Плотность, т/м ³	2,05	1,95
Среднее содержание, Бк/кг		
радий -226	245...2599	858...4415
торий-232	1,2...1934	40...403
калий-40	250...5000	500...9750
Удельная альфа-активность, Бк/кг	10853	7610
МЭД гамма-излучения, мкР/ч	23...671	186...417
Плотность потока альфа-частиц, α -частиц см ² × мин	0,1...5,2	0,1...1,6
β -частиц см ² × мин	30...450	25...540
Суммарная активность, Бк	118,4×10 ¹¹	1,6×10 ¹³

В состав ГМЗ (г.Желтые Воды) входят цех основного производства, участки кислотного и известкового хозяйства, хранилища отходов первичной переработки урановой руды в балке "Щ" (основное) и "КБЖ" (резервное). Технологическая схема переработки предусматривает измельчение, сернокислотное выщелачивание, сорбцию, экстракцию, фильтрацию, прокалку и затаривание уранового концентрата. В результате гидрометаллургической переработки руды образуются отходы крупностью 0,074 мм, которые в виде пульпы транспортируются по магистральным трубопроводам в хвостохранилище наливного типа балки "Щ", а его дамбовые воды используются в технологическом процессе. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся в результате производственной деятельности ГМЗ, складированы на специально организованных площадках. ТРО в виде металлолома, загрязненного радиоактивными веществами (РВ), складированы в охраняемой зоне территории ГМЗ, а строительный и промышленный мусор – в

пределах хвостохранилища "Щ" (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика площадки для складирования металлолома и строительного мусора, загрязненного РВ

Наименование показателей	Металлолом	Строительный и промышленный мусор
Площадь хранилища, м ²	1500	–
Проектная вместимость, т	700	276×10 ³
Общее количество отходов, т	136	10660
Годовое поступление, т	131	1010
Суммарная активность, Бк	320×10 ⁶	24×10 ⁹
Удельная эффективная активность, Бк/кг	2,36×10 ³	2,25×10 ³

Складирование хвостовой пульпы осуществлялось в хвостохранилища "КБЖ" и "Щ" (табл.3). Под хвостохранилище использован отработанный карьер бурых железняков, состоящий из малой и большой чаш глубиной соответственно 10-15 и 60-65 м. Сегодня хвостохранилище "КБЖ" выведено из эксплуатации и находится в завершающей стадии рекультивации. Действующее хвостохранилище "Щ" состоит из двух секций, разделенных плотиной, и эксплуатируется с 1959 г. Складирование материала осуществляется гидроналивом в обе секции с образованием поверхностного слоя воды в виде прудов-отстойников. Ограждающие дамбы имеют высоту от 7 до 44 м, общей протяженностью около 8 км, мощность слоя хвостов до 30 м. При верхней отметке дамб 138,3 м, заполнение хвостохранилища достигает уровня 135,1 м.

Таблица 3

Характеристика хвостохранилищ "КБЖ" и "Щ"

Наименование показателей	Хвостохранилища	
	"КБЖ"	"Щ"
Площадь земельного отвода, га	137,2	614,9
Площадь зеркала хвостохранилища, га	55,6	250,6
Проектный объем, млн.м ³	12,4	40,7
Количество заскладированных отходов, млн. т	15,9	27,7
Суммарная активность заскладированных отходов, Бк	93,3×10 ¹²	282,6×10 ¹²
Удельная активность хвостов, Бк/кг	5,9×10 ³	10,2×10 ³

Для контроля за распространением подземных вод, их химическим составом в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения хвостохранилища создана режимная сеть скважин. Два раза в год проводятся замеры уровня подземных вод и отбор проб воды на химический и радиохимический анализ. За каждый год приводится отчетность, выполняется анализ характера миграции сульфатов и нитратов по данным режимных наблюдений. Работы выполняются гидрогеологической службой ГП «ВостГОК». Прово-

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

дятся также мероприятия по предотвращению пыления хвостового материала из сухих пляжей чаши хвостохранилища путем покрытия их суглинком мощностью до 0,5 м и по укреплению низовых откосов дамб.

Основными факторами воздействия шахт на воздушную и водную среду является эксплуатация подземного и надземного шахтных комплексов и шахтный водоотлив, приводящий к нарушению гидрогеологического, гидрохимического и гидродинамического режимов поверхностных и подземных вод и радиационному загрязнению компонентов окружающей среды (табл.4).

Таблица 4

Содержание ЕРН в водах р. Ингул и р. Курниково

Наименование компонентов	Содержание ЕРН, Бк/м ³			
	Реки			
	Ингул		Курниково	
	Выше сброса	Ниже сброса	Выше сброса	Ниже сброса
Уран природный, мг/дм ³	0,03	0,05	0,6	0,22
Радий-226	$0,23 \times 10^3$	$0,28 \times 10^3$	$0,93 \times 10^2$	4×10^2
Торий-230	$0,07 \times 10^3$	$0,06 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
Свинец-210	$0,52 \times 10^3$	$0,4 \times 10^3$	$2,29 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$
Полоний-210	$0,08 \times 10^3$	$0,07 \times 10^3$	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$

Поверхностные воды района представлены реками Ингул и ее притоком – рекой Бианка, ручьем, протекающим в балке Курникова и притоком реки Кильтень. При максимальном шахтном водоотливе ущерб поверхностному стоку р.Ингул в пределах развития депрессионной воронки составляет около 8%, что свидетельствует о незначительном влиянии производственной деятельности на гидрогеологический режим поверхностных вод. На химический состав поверхностных вод оказывают воздействие атмосферные осадки и стоки установки очистки шахтных вод, сбрасываемые в гидрографическую сеть. Промышленные площадки и отвальные поля урановых месторождений не оборудованы закрытой системой сбора и очистки ливневых и талых вод. Атмосферные осадки по лоткам автомобильных проездов и по рельефу местности попадают непосредственно в гидрографическую сеть. Фильтруясь через радиоактивные породы отвалов, атмосферные осадки загрязняются естественными радионуклидами, вследствие процессов выщелачивания, и несут загрязнение в поверхностные воды.

Шахтные воды Ингульского горного предприятия очищаются на установках. Эффективность их очистки достигает 70%. Суммарный водоприток подземных вод в горные выработки колеблется в пределах 360...430 м³/ч, из них около 100-120 м³/ч поступает из штрека Коноплянского горизонта 280 м, соединяющего Мичуринское месторождения. Участие в обводнении Мичуринского месторождения принимают и инфильтрующиеся воды р.Ингул. В меженный период водоприток в горные выработки составляет 170...190 м³/ч, а во время весеннего снеготаяния и при прохождении паводка водоприток повышается до 220...230 м³/ч. Длина депрессионной воронки по простиранию превышает

9 км, а ее ширина колеблется от 1,5 до 3 км. В центре депрессионной воронки величина понижения уровня подземных вод составляет 200...250 м.

Шахтные воды Смолинского горного предприятия очищаются методом отстаивания (рис.1) и сбрасываются в водоток балки Курникова. Под воздействием шахтного водоотлива водоносный комплекс рыхлых отложений на большей части территории промышленной площадки Смолинского горного предприятия сдренирован и в настоящее время развит в пределах поймы балки Курникова. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации поверхностных вод прудов.



Рис.1. Установка очистки шахтных вод на Смолинской шахте ГП «ВостГОК» (общий вид)

Мониторинг окружающей среды. Согласно существующей системы мониторинга подземных вод по сети разведочных скважин и колодцев (всего 50 колодцев, расположенных в близлежащих селах), гидродинамический и гидрохимический режимы водоносных горизонтов стабилизировались и на радиационную обстановку в районе расположения Ингульского горного предприятия влияния не оказывают. Основное влияние шахтный водоотлив Смолинского горного предприятия оказывает на водоносный горизонт кристаллических пород докембрия и их коры выветривания. Водоприток подземных вод составляет 280 м³/ч. Водоносный горизонт на Ватутинском месторождении был осушен в 1970-1987 годах, депрессионная воронка имела размеры по простиранию 2,6 км, вкрест простирания - 1,2 км. Водоприток шахтных вод составляет 0,076 м³/с. Пройдя очистку, они сбрасываются в ручей. Объем сбрасываемых в поверхностные воды очищенных шахтных вод более чем в 2 раза превышает естественный расход ручья (0,029 м³/с). Шахтные диффузоры, вентиляционные установки радиометрического обогащения руды, отвалы пустых пород и забалансовых руд являются основными источниками выбросов в атмосферный воздух, содержащих ЕРН, радон и дочерние продукты его распада (табл.5). Максимально возможная суммарная индивидуальная дозовая нагрузка на население, проживающее в зоне влияния Ингульского горного предприятия, составляет 0,951, Смолинского - 0,722 мЗв/год. Существующая система мониторинга на промышленных площадках горных предприятий обеспечивает контроль за:

– выбросами рудной пыли шахтным диффузо-

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ром, РОФ, пылеобразованием пустых пород и забалансовых руд;

- качеством шахтных вод до и после очистки перед сбросом в гидрографическую сеть;
- содержанием ЕРН в поверхностных водах, донных и рыхлых отложениях; радиоактивным загрязнением воздушной среды и почв на промышленной площадке, в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН).

Таблица 5

Характеристика выбросов загрязняющих веществ

Наименование показателей	Горные предприятия	
	Ингульское	Смолинское
Разрешенный годовой выброс по пыли рудной, т/год	42,137	92,392
Фактический годовой выброс:		
- пыль рудная, т/год	8,698	6,499
- суммарная альфа-активность, Бк/год	$4,65 \times 10^8$	$5,1 \times 10^8$
- уран природный, т/год	$2,28 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-3}$
- радий-226, Бк/год	$4,62 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$

ГМЗ в процессе производственной деятельности приводит к радиационному загрязнению компонентов окружающей среды: водной и воздушной. Для цеха основного производства - выбросы пыли рудной, содержащей уран и продукты его распада. Для хвостохранилищ "КБЖ" и балки "Щ" - вынос и разнос пыли с поверхностей сухих пляжей. Для пульпопровода - пролив хвостовой пульпы на поверхность, прилегающей к пульпопроводу территории в случае нарушения его целостности.

Основными поверхностными водотоками в районе являются реки Желтая и Зеленая. Они протекают в 3 и 5 км, соответственно, от цеха основного производства ГМЗ и хвостохранилища "КБЖ". Хвостохранилище "Щ" расположено в 0,5 км от р.Желтая. Техногенные воды в гидрографическую сеть не сбрасываются. Атмосферные осадки, переходящие в поверхностный сток, на территории цеха основного производства полностью улавливаются системой ливневого водоотвода и направляются в хвостохранилище "Щ". Воды поверхностного стока отводятся от хвостохранилища "КБЖ" и "Щ" нагорными канавами и, не смешиваясь с техногенными водами, попадают в поверхностные водотоки. Таким образом, воды рек Желтой и Зеленой не испытывают поверхностного загрязнения от цеха основного производства и хвостохранилищ.

Радиационный мониторинг окружающей среды. Принципиальная схема организации радиационного мониторинга приведена на рис.2. Контроль условий труда и мониторинг за урановыми объектами осуществляется Центральной пылегазодозиметрической лабораторией ГП «ВостГЭК», в состав которой входят физхимлаборатории предприятий. Их основной задачей является контроль за: радиационной обстановкой на шахтах, ГМЗ, территориях промплощадок и во внешней среде; соблюдением предельно-допустимых санитарных норм степени радиоактивного загрязнения на рабочих местах; индивидуальными

уровнями внешнего и внутреннего облучения персонала; уровнями радиоактивности твердых и жидких отходов. Радиоактивное загрязнение воздушной среды приведено в табл.6. Максимальная эффективная индивидуальная дозовая нагрузка на население от действующих объектов ГП «ВостГЭК» не превышает 0,12 мЗв/год, что соответствует нормам НРБУ-97. Разрешенный годовой выброс по рудной пыли составляет 11,574 т, а фактический - 4,812 т. Мониторинг объектов окружающей природной среды, радиационной обстановки в населенных пунктах осуществляется посредством радиометр-дозиметров МКС-01Р, ДКС-96, дозиметров ДБГ-01Н, ДКС-90Н (в целях локализации радиоактивно загрязненных участков – радиометров СРП-68-01 и СРП-88Н), радиометров радона РГА-09, радиометрических установок САС-5, гамма-спектрометров на базе анализатора «Nokia»LP-4900В с ДГДК-80В. Средства измерений и вспомогательное оборудование разработаны и серийно выпускаются фирмами «Тетра» и «Позитрон GmbH» (г.Желтые Воды, Украина) и проходят госпроверку [9,11,12]. «Позитрон GmbH» более 20 лет является ведущей в области разработки и изготовления приборов и автоматизированных систем радиационного контроля, используемых на предприятиях ЯТЦ, атомных электростанциях (АЭС), специальных комбинатах по переработке и хранению радиоактивных отходов (РАО), металлургии, пропускных пунктах на государственной границе, в научных исследованиях, медицине, экологическом мониторинге и предупреждения ядерного (радиационного) терроризма, а также на предприятиях урановой промышленности.

Таблица 6

Характеристика радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха

Наименование объекта	Массовая концентрация пыли, мг/м ³	Суммарная альфа-активность, Бк/м ³
Промплощадка ГМЗ	0,189	$2,5 \times 10^{-3}$
Промплощадка "КБЖ"	0,49	$3,0 \times 10^{-3}$
Промплощадка балки "Щ"	0,49	$2,0 \times 10^{-3}$
СЗЗ ГМЗ	0,1	$1,2 \times 10^{-3}$
СЗЗ балки "Щ"	0,2	$2,0 \times 10^{-3}$
Жилая застройка г.Желтые Воды	0,06	$6,3 \times 10^{-4}$

Природоохранные мероприятия. Улучшение экологической обстановки на площадках горных предприятий достигается за счет планировочных и технологических мероприятий, включающих: организацию ливневой канализации для сбора поверхностных и профильтрованных через отвалы вод и подачи их на установку очистки шахтных вод; изоляцию поверхности отвалов почворастительным слоем, препятствующим пылевыделению и миграции радионуклидов от воздействия атмосферных осадков; рекультивацию загрязненных радионуклидами в процессе производственной деятельности локальных участков общей площадью 20 тыс.м²; реконструкцию установки очистки от урана и естественных радионуклидов шахтных вод и стоков дождевой канализации; применение многоступенчатого орошения выдаваемого

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

воздуха на вентиляционных горизонтах; реконструкцию фильтра главной вентиляционной установки; восстановление систем аспирации в местах переработки горной массы; применение в производстве систем разработки, обеспечивающих селективную выемку руды, снижение показателей потерь разубоживания руды; отработку запасов, обеспечивающих при минимальных объемах добычи потребность в готовой продукции, с переводом неотрабатываемых запасов в условно-балансовые; сортировку горной массы в шахте и использование ее для погашения пустот. Планировочные и технологические мероприятия на Желтоводской промплощадке включают: создание лесозащитных насаждений в санитарно-защитных зонах ГМЗ, "КБЖ" и хвостохранилища "Ц" (общая площадь 30 га); завершение работ по рекультивации хвостохранилища "КБЖ" (рис.3); покрытие поверхно-

стей "сухих" пляжей хвостохранилища "Ц" суглинком (по мере необходимости); реконструкцию систем газоочистки в отделениях приема, измельчения и сорбции; организацию второй ступени очистки газов от рудной пыли и аэрозолей в отделении выщелачивания ГМЗ; "мокрое" доулавливание пыли в газах и их охлаждение после прокаточных печей и шнека подсушки в печном отделении ГМЗ; устройство систем орошения в складах руды и узлах ее перегрузки; использование гидропылеподавляющих систем для уменьшения пыления "сухих" пляжей хвостохранилища "Ц"; устройство установки жидкостной дезактивации оборудования на площадке складирования металлолома, загрязненного радиоактивными веществами; организация "сухого" складирования хвостов вместо традиционного наливного способа, используемого в хвостохранилище "Ц".

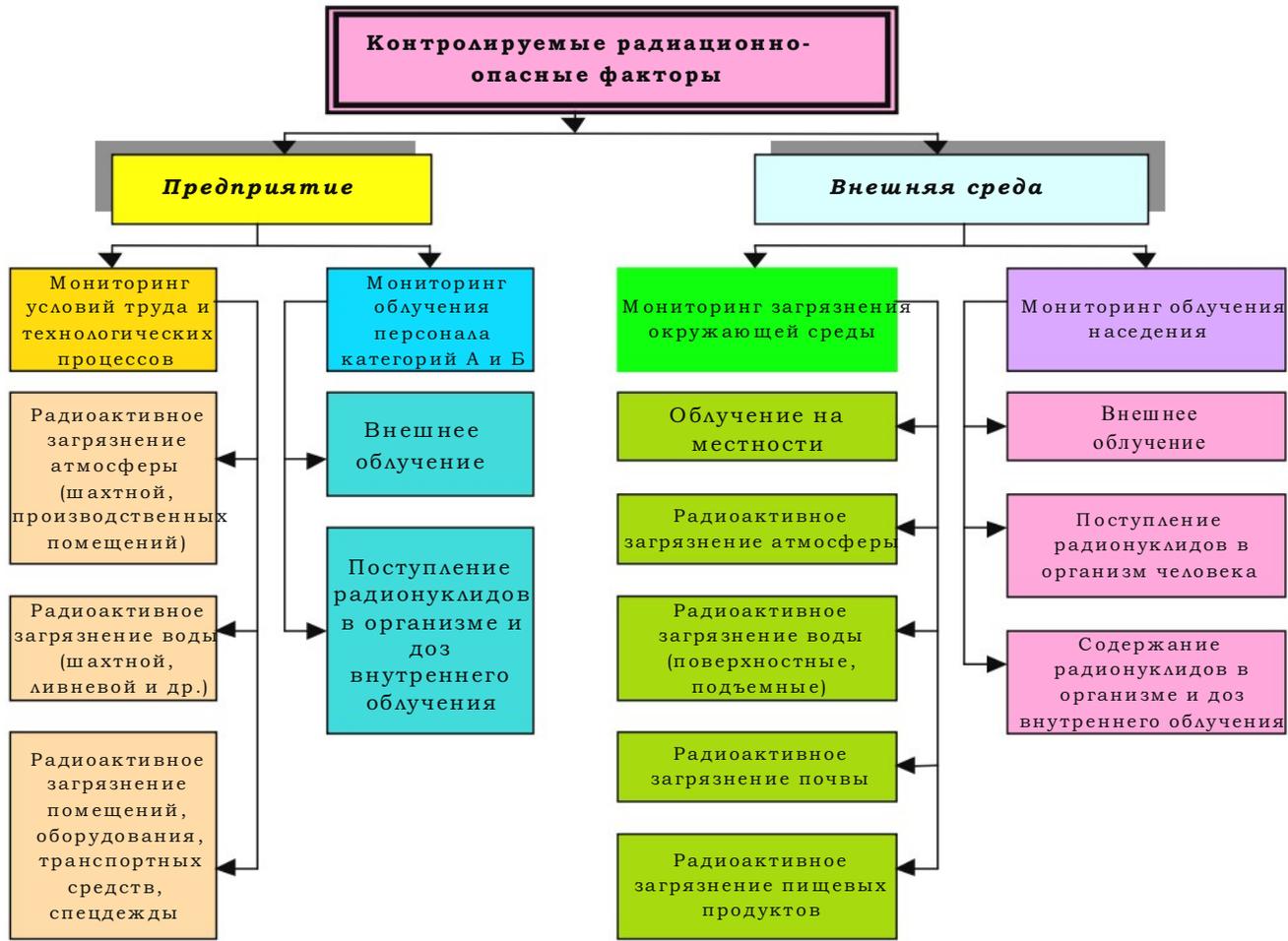


Рис.2. Схема организации радиационного мониторинга



Рис.3. Рекультивационные работы на хвостохранилище (резервное) ГМЗ г.Желтые Воды (общий вид)

Оценка полученных результатов. Предприятия по добыче и переработке урановых руд оказывают радиационное воздействие на окружающую природную среду (радон и короткоживущие дочерние продукты его распада, гамма-излучения, долгоживущие альфа-нуклиды, аэрозоли и др.), требующее проведения организационных, технических и специальных мероприятий по снижению отрицательного воздействия на среду и человека, радиационной и социальной защите населения, проживающего в зоне влияния радиационно-опасных объектов. С этой целью ГП «УкрНИПИИпромтехнологии» разработаны и введены в действие отраслевая "Программа улучшения радиационного состояния урановых объектов отрасли и регионов их размещения", утвержденная Министерством топлива и энергетики Украины, а также "Государственные программы мероприятий по ра-

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

радиационной и социальной защите населения г.Желтые Воды Днепропетровской области" (постановления Кабинета Министров Украины от 8 июня 1995 г. №400 и от 5 мая 2003 г. №656). Совместно с институтом «УкрНИИЭП» разработаны и внедряются первоочередные мероприятия согласно Государственной программы ликвидации опасных объектов производственного объединения "Приднепровский химический завод" на 2005-2014 гг. (постановление Кабинета Министров Украины от 26 ноября 2003 г. №1846) и "Отраслевая научно-техническая программа обеспечения технологической безопасности продления ресурса промышленных объектов, сооружений и инженерных сетей предприятий атомной промышленности". Совместно с Институтом проблем природопользования и экологии НАН Украины (научный руководитель - член-корреспондент Национальной академии наук Украины Шапарь А.Г.) разработаны первоочередные мероприятия согласно «Государственной программы устойчивого развития региона добычи и первичной переработки уранового сырья на 2006-2030 гг.» (постановление Кабинета Министров Украины от 16 декабря 2004 г. №1691).

ВЫВОДЫ

1. Повышение экологической безопасности в зоне влияния урановых объектов достигается за счет разработки и внедрения новых методов, технологий и технических средств, обеспечивающих возможность использования для закладки местных некондиционных материалов и отходов производства, уменьшение расхода вяжущего, снижение затрат на добычу уранового сырья.

2. "Сухое" складирование хвостов вместо традиционного наливного способа включает комплекс подготовки хвостов к складированию, состоящий из корпуса обезвоживания, складов обезвоженных хвостов и цемента, узла приготовления раствора, сгустителей, конвейерных галерей и вспомогательных сооружений. При заполнении связанными хвостами всей существующей площади зеркала хвостохранилища на высоту 10 м и производительности ГМЗ до 1,5 млн.т в год продлевается срок его эксплуатации на 50 лет.

3. Радиационный мониторинг урановых объектов позволяет контролировать влияние шахт, ГМЗ, хвостохранилищ на природную среду региона. Предлагается расширить его сеть: создать четыре наблюдательных поста (по два) на реках Желтая и Зеленая в пределах зон наблюдения; восстановить и пробурить дополнительные наблюдательные скважины на

территории ГМЗ для уточнения площади загрязнения подземных вод и распространения водоносных горизонтов, оборудование новыми приборами и автоматизированными системами радиационного контроля передвижной радиологической лаборатории на базе автомобилей типа УАЗ-3962, "Газель", "Нива" и пр.

Литература

1. Ляшенко В.И. Радиационная и социальная защита населения в регионе уранодобывающих и перерабатывающих предприятий. //Цветная металлургия. -1997.- №10. -С. 26-32.
2. Ляшенко В.И. Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающем регионе. //Горный журнал. - 1999.- № 12.- С. 65-66.
3. Добыча и переработка урановых руд. Монография. Под общей редакцией А.П.Чернова. Киев. «Адеф-Украина». 2001. 238 с.
4. Коваленко Г.Д., Рудя К.Г. Радиоэкология Украины. Киев: "Київський Університет", 2001.- 167 с.
5. "Енергетична стратегія України на період до 2030 року", ухвалена розпорядженням КМУ від 15.03.2006 р. №145-р.
6. Концепция федеральной целевой программы "Развитие атомно-энергетического комплекса России на 2007-2010 годы и на перспективу до 2015 года", утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.07.06г. №1019-р.
7. Ляшенко В. И. Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах: монографія / В. И. Ляшенко, О. В. Люлько, В. П. Стусь. – Днепропетровск: Пороги, 2003. – 642 с.
8. Кошик Ю.И., Ляшенко В.И. Научное сопровождение уранового производства в Украине //Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.- 2006.- №6 -С.5-17.
9. Ляшенко В.И., Дворецкий А.И., Ломакин П.И.Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения.-Днепропетровск. «Гамалия». 2007.180 с.
10. Ляшенко В.И., Жушман В. Н., Гурин А.А. Природоохранные технологии и средства для пылеподавления поверхностей хвостохранилищ горно-металлургического производства// Цветная металлургия. -2009. -№12.-С.3-13.
11. Екологічна безпека уранового виробництва: монографія/В.І.Ляшенко, Ф.П.Топольний,М.І. Мостіпан и др.-Кировоград. Издательство «КОД».2011.240с.
12. Стусь В.П., Ляшенко В.І. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промисловому регіоні // Екологія и промышленность. - 2011. - №2. - С. 23-31.

Василий Иванович Ляшенко, к.т.н., с.н.с., нач. научно-исследовательского отдела Государственного предприятия «Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии», г.Желтые Воды, Украина, тел.05652-2-90-64;
 Виктор Петрович Стусь, докт.мед.наук, профессор, зав.кафедрой урологии, оперативной хирургии и топографической анатомии ГУ «Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины», г.Днепропетровск, Украина, тел.05679-2-21-23

Т.В. Михайлова

СИСТЕМНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НАКОПИТЕЛЕЙ ЖИДКИХ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрен дифференцированный подход к определению объектов и программы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких горнопромышленных отходов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гидротехнические сооружения; плотина (дамба); мониторинг; безопасность; классификация; структуризация.



По данным статистики в России эксплуатируется более 30 тыс. напорных гидротехнических сооружений и комплексов (ГТС). Вследствие ухудшения технического состояния напорных сооружений, отсутствия достаточного контроля и не принятия оперативных мер, за последние пять лет произошло свыше 300 аварий, при этом аварийность в России в 2,5 раза превысила средний мировой показатель. Самое большое (около 36%) число аварий зафиксировано на плотинах из грунтовых материалов.

Согласно результатам инвентаризации, проведенной Аналитическим центром по мониторингу безопасности ГТС – Новационной фирмой "КУЗБАСС-НИИОГР", на территории Кузбасса эксплуатируется около 170 комплексов накопителей жидких промышленных отходов, из них: 13% относятся к I и II классу; порядка 70% к IV классу (характеризуются высотой напора от 5 м до 15 м). Около половины – это сооружения, повреждения которых под влиянием различного рода нагрузок и воздействий могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации. Особенно высок риск возникновения опасных повреждений и аварий на сооружениях IV класса, так как эти сооружения имеют незначительное количество КИА или не имеют ее вообще. Около 31% ГТС имеют протяженность ограждающих дамб (плотин) более 1 км, что осложняет проведение визуального контроля их состояния.

В соответствии с Федеральным законом "О безопасности гидротехнических сооружений" [1] собственник или эксплуатирующая организация должны обеспечивать контроль (мониторинг) за показателями состояния гидротехнического сооружения. Отсутствие на ряде предприятий мониторинга безопасности и несвоевременное принятие мер по приведению сооружений в безопасное состояние явились основными причинами ряда инцидентов и аварийных ситуаций, связанных с выходом воды из емкости накопителей жидких промышленных отходов [3]. Имевшие место инциденты и аварийные ситуации наглядно демонстрируют риски, связанные с эксплуатацией ГТС. Снижение риска гидродинамических аварий может быть обеспечено за счет постоянного визуального и инструментального контроля объектов мониторинга, своевременного прогнозирования и принятия оперативных мер по предупреждению аварийной ситуации

[2]. В этой связи, возникает комплекс задач: определение в каждом конкретном случае наиболее уязвимых зон ограждающего сооружения, выделение объектов мониторинга, определение состава количественных и качественных контролируемых показателей, их предельно-допустимых значений, а также разработка методики мониторинга безопасности ГТС.

Анализ результатов инвентаризации ГТС, классификаций различных видов накопителей жидких промышленных отходов и ограждающих их сооружений [5] показал, что в практике наиболее широкое распространение получили грунтовые плотины (дамбы), благодаря ряду преимуществ по сравнению с плотинами из других материалов.

Многообразие типов плотин из грунтовых материалов ставит задачу проведения системной структуризации мониторинга безопасности водонапорных и водоподпорных ГТС. В качестве научного метода, позволяющего выполнить системную структуризацию, принят метод системного анализа, идея которого заключается в расчленении сложной проблемы на подпроблемы (этапы) до определенного уровня, т.е. построение иерархической модели.

Рассмотрим построение иерархической модели на примере структуризации мониторинга безопасности водонапорных и водоподпорных ГТС (рис.1).

В качестве основания для декомпозиции различных типов плотин из грунтовых материалов принимаем конструктивные особенности сооружения, т.е. выделяем элементы плотины, которые являются объектами мониторинга (второй уровень). Объекты мониторинга конкретного сооружения определяют методом экспертной оценки на основании натурального обследования ГТС, анализа проектной, строительной и эксплуатационной документации. Состав объектов мониторинга существенным образом зависит от нагрузок и воздействий, оказывающих значимое влияние на безопасность ГТС, конструкции сооружения и условий его эксплуатации, а также этапа жизненного цикла этого сооружения [4].

Для разных типов плотин из грунтовых материалов перечень конструктивных элементов подобен (гребень, верховой и низовой откос, тело, противофильтрационные и дренажные сооружения, подошва), однако степень их влияния на безопасность ограждающего сооружения различна и может быть установлена методом экспертных оценок.



Рис. 1. Схема структуризации мониторинга безопасности ГТС

На третьем уровне иерархии путем декомпозиции объектов мониторинга устанавливаем контролируемые показатели. Задача при формировании данного уровня установить достаточно полный перечень контролируемых показателей, который позволил бы путем сравнения их с результатами натурных наблюдений, обеспечить возможность оперативной оценки эксплуатационного состояния конкретного сооружения и своевременного принятия мер по обеспечению его безопасности. Формирование перечня контролируемых показателей для различных типов грунтовых плотин выполнено методом логического анализа опыта эксплуатации ГТС и ретроспективного анализа литературных источников, а также оценок и расчетов по различным видам ГТС.

С целью оперативной диагностики и оценки безопасности состояния ГТС из всего перечня контролируемых показателей выбираются наиболее значимые, характеризующие достаточной «чуткостью» к изменению внешних воздействий на сооружение. Состав этих диагностических показателей должен быть таким, чтобы контролировать все возможные сценарии повреждений и отказов ГТС.

При определении перечня контролируемых показателей состояния гидротехнического сооружения и их допустимых значений (критериев безопасности)

наиболее подходящим методом идентификации опасностей на этапе анализа риска аварий является метод "Анализ опасности и работоспособности" ("Hazard and Operability Study" – "HAZOP"). Данный метод идентификации опасностей начинается с исследования компоновки и структуры элементов сооружения, воздействий и нагрузок на него, а также особенностей жизненного цикла сооружения, включая уже имевшие место повреждения, аварии и неполадки. Далее изучают весь перечень контролируемых показателей состояния ГТС и анализируют возможные отклонения этих показателей от допустимых значений. Выявляют возможные причины и следствия этих отклонений и, наконец, на завершающем шаге определяют меры по предотвращению опасных отклонений показателей состояния ГТС от критериальных значений.

Предлагаемая иерархическая схема определения программы мониторинга (рис.2) позволяет дифференцированно подходить к различным видам гидротехнических сооружений, с необходимой и достаточной полнотой диагностировать уязвимые зоны и определять состав объектов мониторинга, перечень количественных и качественных контролируемых показателей, их предельно-допустимые значения (критерии безопасности первого и второго уровня), а также методику наблюдений.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

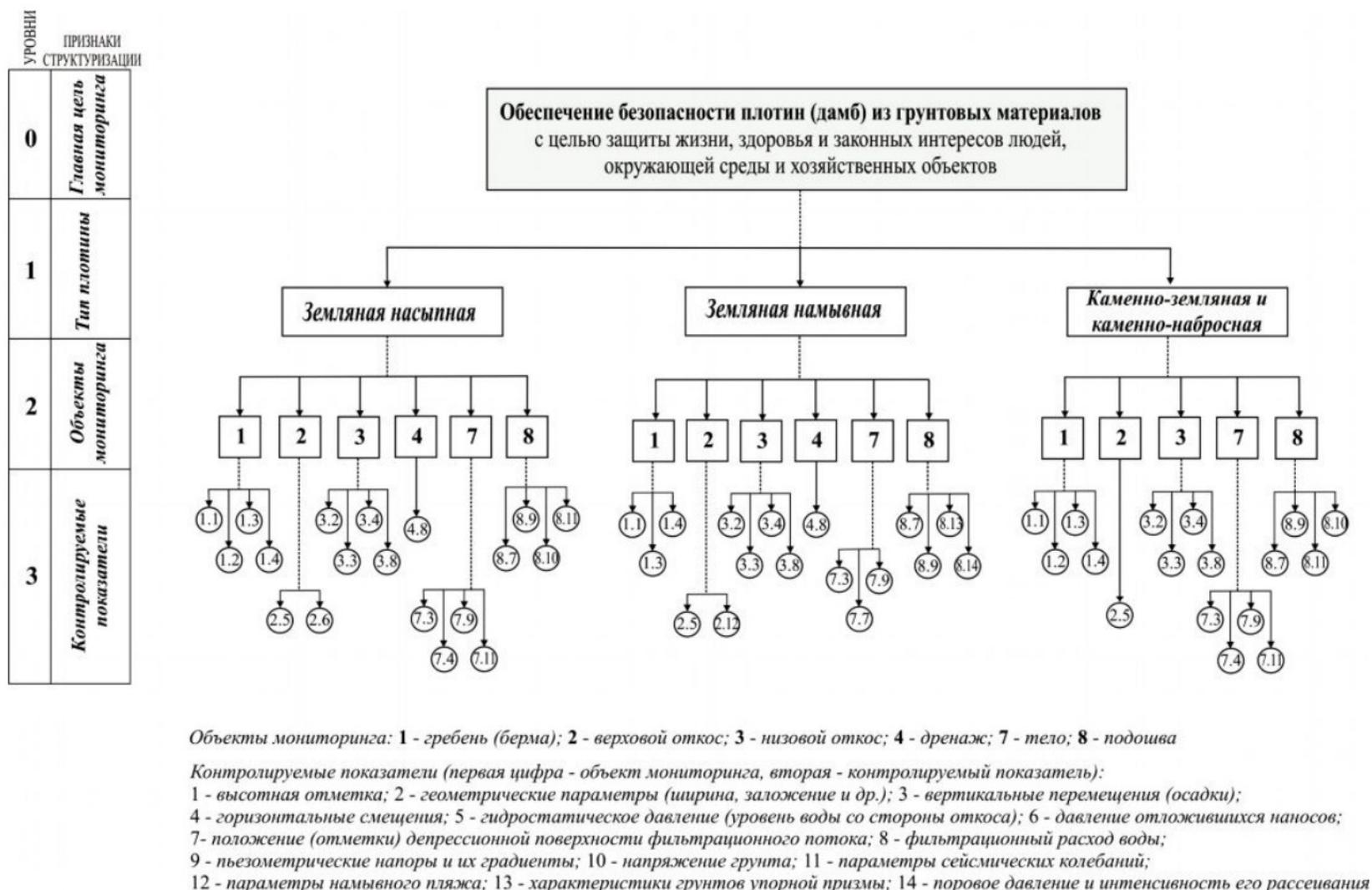


Рис. 2. Иерархическая модель мониторинга безопасности плотин (дамб) из грунтовых материалов

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ "О безопасности гидротехнических сооружений".
2. Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России (РД 03-259-98) / Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 12.01.1998 №19.
3. Бахаева С.П., Протасов С.И., Рожнов В.А. Мониторинг безопасности ГТС, расположенных на подработанных подземными выработками территории // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – № 9. – С. 24 – 27.

пасность труда в промышленности. – 2004. – № 9. – С. 24 – 27.

4. Бахаева С.П., Михайлова Т.В. Определение объектов мониторинга безопасности ГТС накопителей жидких промышленных отходов // Безопасность труда в промышленности. – 2005. – № 10. – С. 24 – 28.
5. Михайлова Т.В., Бахаева С.П. Формирование иерархической схемы мониторинга безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 11. – С. 43 – 46.

Татьяна Викторовна Михайлова, зав. сектором мониторинга безопасности ГТС новационной фирмы "КУЗБАСС-НИИОГР", тел. (3842) 723356

80 ЛЕТ МАРАТУ ПЕТРОВИЧУ ВАСИЛЬЧУКУ



Васильчук Марат Петрович - горный инженер-маркшейдер, родился 27 июня 1932 года в городе Севастополь, Украина. После окончания Харьковского горного института в 1956 году был направлен на работу в Донецкий угольный бассейн. Начал свою трудовую деятельность главным маркшейдером

Осино - Ольховского шахтоуправления треста «Сталин метуголь», затем был начальником того же шахтоуправления.

Незаурядные организационные способности позволили Васильчуку М.П. пройти достойный путь как в угольной промышленности, так и в системе Госгортехнадзора СССР и Госгортехнадзора России. Так, возглавив шахту «Коммунист-Новая» он быстро добился того, что угольное предприятие стало образцово-показательным в Донбассе. Затем, руководя комбинатом «Шахтерскантрацит», он организовал проектирование и строительство шахт «Комсомолец Донбасса» и «Шахтерская-Глубокая». Эти шахты и сегодня в непростых для Украины условиях являются эталонами для предприятий угольной промышленности.

С 1972 по 1979 г. Марат Петрович руководил Управлением Донецкого округа Госгортехнадзора Украины - самой сложной по аварийности и травматизму структурой Госгортехнадзора СССР. Положительные сдвиги в работе округа были замечены, и в 1979 г. Васильчук М.П. был переведен на должность первого заместителя Председателя Госгортехнадзора СССР. Он являлся инициатором создания Госгортехнадзора России, который и возглавлял с 1992 по 1997 г.

В настоящее время Васильчук М.П. работает заведующим сектора Отдела управления

промышленной безопасностью ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» и является председателем Научно-технического совета ООО «Союз маркшейдеров России».

Марат Петрович - профессионал высокого уровня, воспитанный интенсивным ритмом шахтерского труда и в то же время ему присущ широкий кругозор в области промышленной безопасности, рационального недропользования и охраны недр, технического расследования причин аварий и травматизма. Он автор ряда изобретений, инициатор разработки Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Васильчук М.П. - действительный член Академии горных наук, лауреат премии Совета Министров Российской Федерации, на протяжении ряда лет был членом комиссии по присуждению Ленинских и Государственных премий в области технических наук. Награжден орденами: «Знак почета», «Октябрьской революции», «Трудового Красного Знамени»; медалями: «За доблестный труд», «Ветеран труда»; Почетной грамотой Верховного Совета Российской Федерации, дважды лауреат премии Правительства Российской Федерации; знаками «Шахтерская слава» трех степеней, медалью им. Мельникова Л.Г., «Лучший инспектор Госгортехнадзора СССР», «Лучший инспектор Госгортехнадзора России», ему присвоено почетное звание - «Заслуженный шахтер России».

Васильчук М.П. - сторонник государственного регулирования экономики нашей страны и профессионализма руководящих кадров народного хозяйства.

Поздравляем Марата Петровича с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, дальнейших успехов в научной, производственной и общественной деятельности, благополучия в личной жизни!

Госгортехнадзор России, ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», Союз маркшейдеров России, Редакция и редсовет журнала «МВ»

ЮБИЛЕИ



80 ЛЕТ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

От редакции: Отмечая 80-летний юбилей Донецкой области, мы публикуем статью одного из ветеранов индустриального освоения Донбасса – горного инженера Николая Гурьевича Ковалья, также родившегося в 1932 г. и многие годы проработавшего в ставшем для него родным Донбассе.

Н.Г.Коваль

С ЮБИЛЕЕМ, РОДНОЙ ДОНБАСС

В 1932 г. в целях создания более совершенных форм административного управления ЦК ВКП (б) предложил провести на Украине областное деление.

В этом же году была создана и Донецкая область с центром в городе Сталино. 1932 г. в жизни области был знаменит и многими другими важными событиями. Весной 1932 г. на всю страну прогремела слава о выдающихся достижениях горловского забойщика шахты «Кочегарка» Н.А.Изотова, добившегося невиданной производительности труда. А.М. Горький после встречи с нашим легендарным земляком (Н.А.Изотовым) сказал о нем незабываемые, волшебные слова «... он возвысил труд свой до высоты искусства».

К этому периоду относится и подвиг знаменитой трактористки из Старобешево П.Н.Ангелиной.

В Горловке, Макеевке, Мариуполе, Константиновке были построены трамвайные линии. В семи городах проложена водопроводная сеть. Много внимания уделялось благоустройству городов и поселков.

Но самым впечатляющими данными стартовый 1932 г. характерен такими показателями: в 1936 г. из каждых 100 тонн угля по стране 62 т добывалось в Донецком бассейне, а из каждых 100 т валового производства чугуна 43 т давали заводы области. Большой вклад в развитие, дальнейшее укрепление и прославление области внесли родившиеся также в этом (1932 г.) и отдавшие Донецкой области многие годы в нелегком труде и в различных должностях (в том числе руководящих) в промышленности, культуре, литературе, общественных органах такие известные не только в Донбассе личности, как: И.И.Стрельченко, А.Б.Соловьяненко, М.Д.Биба, Г.В.Бондарь, А.С.Стаинов, Ю.К.Семенов, М.П.Васильчук, М.Н.Судиловский, А.М.Рудь, Б.А.Грядущий, Н.В.Каледин, В.С.Зимич, В.И.Демидов, И.А.Костыря, В.С.Хизуренко, В.Ф.Чумиков, Н.И.Наумов.

Рано ушедших из жизни вспомним добрым словом, а ныне здравствующих поздравим с юбилеем.

И еще одно пожелание: чтобы мощь нашей области была восстановлена!

80 ЛЕТ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Донецкая область расположена в восточной части Украины. На западе она граничит с Запорожской и Днепропетровской, на севере - с Харьковской, на востоке - с Луганской областями Украины и с Ростовской областью Российской Федерации, на юге имеет выход к Азовскому морю.

Площадь 26,5 тыс.км², что составляет 4,4% от всей площади Украины.

Административный центр Донецкой области - город Донецк.

Протяженность Донецкой области с севера на юг составляет 255 км, с запада на восток - 180 км. Общая длина границ Донецкой области составляет 1526 км, из них: сухопутных - 1376 км, морских - 140 км.

В административно-территориальном устройстве области 52 города, из них 28 – областного значения, 24 города районного значения, 21 внутригородских района, 18 районов, 131 поселок городского типа, 253 сельских совета и 1118 сельских населенных пунктов. Города: областной центр – Донецк (с населением 976,8 тыс. чел.), Мариуполь, Макеевка, Горловка, Краматорск.

Донецкая область – самая густонаселенная в Украине. Тут проживает 4,44 млн.чел. (10% населения страны). Плотность населения составляет 173 человека на 1 кв.км, 90,4% населения живет в городах.

Многонациональность региона – одна из наиболее ярких особенностей Донбасса. Область населяют представители 133 национальностей. Наиболее многочисленные - украинцы (50%) и русские (42%), кроме того значительны этнические группы греков, белорусов, евреев, немцев, татар, армян, азербайджанцев и грузин.



Стадион в г.Донецке

ИЗ ИСТОРИИ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

В 1721 г. на Донетчине был найден уголь. В связи с началом его промышленной добычи в конце XVIII столетия начинается интенсивное освоение территории области.

В I пол. XIX ст. появляются первые крупные фабрично-заводские предприятия, проводятся геологические исследования Донбасса, возникают новые города, развивается торговля.

К началу XX ст. в Донбассе был создан мощный индустриальный потенциал, который стал основанием будущего развития Украины. Первая мировая и гражданская войны привели экономику Донецкого края в разрушительное положение. Выход из этого положения предприниматели нашли в объединении неоднородных предприятий в комбинаты-тресты. В 20-х годах в Донбассе были сформированы больше промышленные объединения страны. В начале XX столетия в Донбассе начинает развиваться коксохимическая промышленность. Возникают Горловский, Макеевский, Рутченковский, Енакиевский и Краматорский коксохимические заводы.

В 20-х годах XX столетия происходят серьезные административно-территориальные изменения. В апреле 1920 г. создается Донецкая губерния.

В 1925 году была проведена очередная административная реформа, в процессе которой отменялись губернии и появлялись округа. В 1936 г. округа были ликвидированы, а за основу административного устройства взяли районы.

2 июля 1932 г. в Донбассе создано новое управленческое звено - Донецкая область с центром сначала в Артемовске, а с 16 июля 1932 г. - в Сталино. В июне 1938 г. территория Донецкой области была разделена на две области: Сталинская и Ворошиловградская.

В 20-30-ые годы начинается строительство заводов-гигантов: тяжелого машиностроения в Краматорске (1933), металлургического завода Азовсталь в г.Мариуполь (1934). Активно развивается легкая и пищевая промышленность.

В годы II мировой войны все предприятия Донбасса были полностью разрушены. С большим трудом происходило восстановление структуры народного хозяйства региона.

Но благодаря помощи многих регионов страны, сооружались новые промышленные объекты, шахтостроители ввели в действие свыше 30 угольных шахт. В целом промышленность Донецкой области выросла в середине 50-х лет, по сравнению с довоенным уровнем производства, на 24%.

Интенсивное промышленное развитие Донбасса превратило его к середине 80-х годов в один из самых урбанизированных регионов Украины: 90% жителей Донецкой области, абсолютное большинство его населения, было сосредоточено в городах.

Сегодня Донбасс все более уверенно шагает в будущее!

ИНФОРМАЦИЯ



Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»



НП «СРГП «Горное дело»



Российское геологическое общество (РосГео)



НОЧУ «ЦДО «Горное образование»

24 сентября – 29 сентября 2012 года
ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Рациональное и безопасное недропользование»

г.Анапа, пос. Витязево, проспект Южный, 31

ЛОК «ВИТЯЗЬ»

Организаторы конференции:

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»
 Российское геологическое общество (РосГео),
 НП «СРГП «Горное дело»,
 НОЧУ «ЦДО «Горное образование»
 при участии Ростехнадзора

Цель конференции:

- обсуждение актуальных вопросов развития саморегулирования в области промышленной безопасности, производстве маркшейдерских и геологических работ и разработке месторождений полезных ископаемых;
- обсуждение основных направлений деятельности ООО «Союз маркшейдеров России» и Российского геологического общества по повышению эффективности маркшейдерско-геологического обеспечения разработки месторождений полезных ископаемых;
- ознакомление с передовым опытом организации работ при недропользовании и последними научно-техническими достижениями в области рационального и безопасного недропользования.

В программе конференции:

- ✓ развитие систем управления качеством работ и услуг в области промышленной безопасности, производства геологических, маркшейдерско-геодезических и землеустроительных работ на основе отечественного и международного опыта;
- ✓ реализация требований законодательства о недрах и промышленной безопасности при освоении минерально-сырьевых ресурсов;
- ✓ обмен опытом по применению передовых технологий производства геологических, маркшейдерско-геодезических и землеустроительных работ, новейших приборов, оборудования и программного обеспечения;
- ✓ роль и значение безопасного и рационального использования минеральных ресурсов и охраны недр в обеспечении экономической безопасности России.

Для участия в работе конференции приглашены руководители министерств и ведомств природоресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций, научных, проектных и учебных организаций.

По материалам конференции будет издан сборник тезисов выступлений участников. Для опубликования материалов необходимо представить текст доклада в печатном и электронном виде (формат бумаги А4, текстовый редактор WORD, шрифт набора Arial размер шрифта - 12 кегль, межстрочный интервал - 1.5, рисунки черно-белые).

Организационный взнос за участие в конференции составляет 49 980 (сорок девять тысяч девятьсот восемьдесят) рублей при проживании в 2-х местном номере. Имеется ограниченное количество номеров повышенной комфортности, при проживании в которых организационный взнос составляет 69 970 (шестьдесят девять тысяч девятьсот семьдесят) рублей.

Заезд участников в ЛОК «ВИТЯЗЬ» 24.09.2012.

Регистрация участников будет производиться 25 сентября 2012 года с 9.00 в холле ЛОК «ВИТЯЗЬ» по адресу: г.Анапа, пос. Витязево, проспект Южный, 31 (при наличии копии платежного поручения с отметкой банка).

Начало работы конференции 25 сентября в 10.00, окончание – 29 сентября 2012 года

Получить информацию о программе и докладчиках, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.mwork.su, www.gorobr.ru, по телефонам: 8(495)641-00-45; 8(499)263-15-55 или e-mail: smr@mwork.su; info@gorobr.ru, gorobr@inbox.ru.

Для организации проезда от аэропорта Анапы, от ж.д. вокзала ст. Тоннельная до ЛОК «ВИТЯЗЬ» просим заранее сообщить дату и время прибытия участников.

Порядок оформления участия в конференции:

Для составления предварительных списков участников и получения счета на оплату необходимо сделать заявку на участие в конференции по e-mail: smr@mwork.su; info@gorobr.ru, gorobr@inbox.ru или по факсу: (495) 641-00-45.

В заявке указать: полные реквизиты предприятия (полное название, название для расчетных документов, юридический адрес, почтовый адрес, ИНН/КПП, банковские реквизиты, ФИО директора или лица, уполномоченного подписывать договоры); фамилия, имя, отчество участника конференции (полностью), занимаемая должность; номер факса, электронной почты для связи.

Оплата за участие в конференции только по безналичному расчету.

Заявки принимаются до 17.09.2012.

Взнос за участие в конференции следует перечислять до 17.09.2012 по реквизитам:

Получатель: НОЧУ «ЦДО «Горное образование»

ИНН 7716238247, КПП 771601001

Р/с 40703810900180000064 в ОАО «ОТП Банк» г. Москва

БИК 044525311 К/с 3010181000000000311

Назначение платежа:

взнос за участие в конференции 24 сентября - 29 сентября 2012 г. Без НДС.

При необходимости корреспонденцию направлять по адресу:

107078, а/я 164, НОЧУ «ЦДО «Горное образование»

Просим заблаговременно приобрести билеты на обратный проезд.

ИНФОРМАЦИЯ

ФОРУМ ГОРНЯКОВ – 2012

Международная научно-практическая конференция
03 – 06 октября 2012 г. Украина, г. Днепропетровск

Организаторы конференции:

- Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины;
- Комитет Верховного Совета Украины по вопросам топливно-энергетического комплекса, ядерной политики и ядерной безопасности;
- Министерство энергетики и угольной промышленности Украины;
- ГВУЗ «Национальный горный университет» (Днепропетровск);
- ПрАО «Донецксталь» - Metallургический завод»;
- ПАО «ДТЕК Павлоградуголь»;
- Институт горной и металлургической электроэнергетики МОНмолодежьспорт Украины и НАН Украины;
- Институт проблем экологии и природопользования НАН Украины (Днепропетровск);
- Национальная академия наук Украины;
- Национальное агентство Украины по вопросам обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов;
- НАК «Нафтогаз Украины»;
- Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности;
- Государственный комитет Украины по промышленной безопасности, охране труда и горному надзору.

Зарубежные партнеры:

- Технический университет «Фрайбергская горная академия» (ФРГ);
- Бранденбургский технический университет (Коттбус, ФРГ);
- Ройтлингенский университет техники и экономик (ФРГ);
- Эсслингенский университет прикладных наук (ФРГ);
- Монтан-Университет Леобен (Австрия);
- Научно-технический университет «Краковская горно-металлургическая академия (Польша);
- Вроцлавский технический университет (Польша);
- Главный институт горного дела (Катовице, Польша);
- Университет Лаваль (Калгари, Канада)
- Московский государственный горный университет (Россия)
- Санкт-Петербургский государственный горный университет (Россия)
- Казахский национальный технический университет (Алматы, Казахстан)

Председатель оргкомитета: Пивняк Геннадий Григорьевич, ректор ГВУЗ «Национальный горный университет», академик НАН Украины

Заместители председателя:

БЕШТА Александр Степанович, проректор по научной работе, профессор; ШАШЕНКО Александр Николаевич, проректор по международным связям, профессор

Международный организационный комитет

И.Н.Попович (Украина); Ю.Г.Вилкул (Украина); Г.Г.Пивняк (Украина); Б.Майер (ФРГ); М.Шмидт (ФРГ); Н.Нойбергер (ФРГ); К.Дребенштедт (ФРГ); В.Хайдлер (ФРГ); М.Хардигора (Польша); А.Тайдусь (Польша); Р.К.Сингхал (Канада); А.В.Корчак (Россия); Б.Р. Ракишев (Казахстан)

Место проведения - г.Днепропетровск (Украина), ГВУЗ «Национальный горный университет»

Официальные языки: украинский, русский, английский.

Культурная программа - экскурсии по отдельной программе. Стоимость экскурсий не входит в регистрационный взнос.

Научно-технические секции:

- технологии подземной добычи полезных ископаемых;
- открытые горные работы;
- обогащение полезных ископаемых;
- пути развития маркшейдерско-геодезических работ;
- строительство и эксплуатация подземных сооружений;
- геомеханика и геотехника;
- геология;
- проблемы и перспективы усовершенствования горного оборудования;
- рудничная аэрология и безопасность труда;
- технологии экономного и безопасного использования электроэнергии;
- автоматизация в горном деле;
- экономика и управление в горной промышленности;
- экологические и правовые проблемы техногенно-загрязненных регионов.

Пожалуйста, укажите научно-техническую секцию, на которой Вы хотели бы презентовать свой доклад.

Принимаются заявки от организаций горного профиля, ВУЗов, НИИ, зарубежных фирм на проведение презентаций, реклам на мероприятиях Форума, подготовку экспозиций.

Для своевременного формирования программы Форума и публикаций материалов необходимо **до 31 июля 2012 г.** в Оргкомитет направить:

- тексты докладов (требования к оформлению прилагаются);
- заявку на участие (регистрационная форма прилагается).

Статьи, которые будут направлены в организационный комитет Форума **после 31.07.12 г. не будут опубликованы.**

Предварительную программу форума, требования к оформлению текстов докладов и заявку на участие можно найти на сайте www.nmu.org.ua

Регистрационный взнос участника составляет 500 грн.. Украины (в т.ч. НДС). В сумму регистрационного взноса входит: пакет участника, сборник научных трудов международной конференции «Форум горняков - 2012» и участие в протокольных мероприятиях.

Регистрационный взнос можно оплатить по прибытию на Форум.

Участники Форума размещаются в гостиницах города. Оплата за проживание и питание не входят в регистрационный взнос (информация о гостиницах города прилагается отдельно).

Секретарь: ТЕРЕЩУК Евгения Евгеньевна

Контакты: ГВУЗ «Национальный горный университет», Отдел международных связей, просп.К.Маркса, 19 корпус 4, комната 31/1, 49005, г. Днепропетровск, Украина

тел./факс: (+38 0562) 47-07-66, (+38 0562) 374-21-84;

E-mail: tereschuke@nmu.org.ua

ФОРУМ МАЙНЕКС РОССИЯ 2012

Москва, гостиница Рэдиссон Славянская
с 2 по 4 октября 2012 г.

ГЛАВНАЯ ТЕМА ФОРУМА

«Развитие минерального потенциала России – вызовы и решения»

Форум является одной из крупнейших и динамично развивающихся площадок, посвящённых обсуждению перспектив развития минерально-сырьевого потенциала России и расширению международного сотрудничества в горнорудной отрасли. На форуме ежегодно собирается свыше 500 руководителей и топ-менеджеров компаний из России, стран СНГ и более 15 стран Европы, Америки, Африки, Азии и Австралии. За последние несколько лет форум посетили свыше 3000 участников и экспертов.

Многосекционная программа форума, сопутствующая форуму отраслевая выставка, мастер классы и деловые приёмы предоставляют участникам широкие возможности для развития контактов и обмена практическим опытом.

КЛЮЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ ФОРУМА

- двухдневный горно-геологический форум – свыше 100 бизнес и технических презентаций;
- отраслевая технологическая и инвестиционная выставка;
- мастер классы для специалистов компаний горной отрасли;
- презентации программ и проектов развития минеральных ресурсов в регионах России;
- день молодых специалистов горной отрасли.

ОСНОВНЫЕ ОПЦИИ УЧАСТИЯ В ФОРУМЕ «МАЙНЕКС РОССИЯ 2012»

ВАШИ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Программа форума МАЙНЕКС формируется из пожеланий и рекомендаций, полученных от участников. Технический комитет форума, отвечающий за разработку программы, готов рассмотреть пожелания по включению в программу форума наиболее актуальных для российской горной отрасли проблем. Предложения необходимо направить не позднее **10 июня 2012 г.** по адресу: admin@minexforum.com.

ПРЕДЛОЖИТЬ ДОКЛАД

Если Вы планируете выступить на форуме МАЙНЕКС Россия 2012 с докладом, необходимо ознакомиться с условиями и критериями подачи заявок на официальном сайте форума. Заявки на участие в форуме с докладом принимаются **до 1 августа**

2012 г. Адрес для подачи материалов:
admin@minexforum.com

СПОНСОРСТВО ФОРУМА И КОНКУРСОВ

Спонсорская поддержка обеспечивает динамичное развитие форума МАЙНЕКС. В свою очередь, спонсорство предоставляет компаниям возможность для эффективного решения корпоративных, маркетинговых и коммуникационных задач среди целевой аудитории форума. Также приглашаем компании поддерживать социальные проекты, организуемые в рамках форума: ежегодная награда МАЙНЕКС «За развитие горного бизнеса в России 2012»; конкурс научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых специалистов в горной отрасли «От идеи к инновации»; фотоконкурс любительских работ «Россия Горная 2012».

УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКЕ

Выставка МАЙНЕКС Россия 2012 Экспо, организуемая во время форума, предлагает компаниям-экспонентам комплекс возможностей для демонстрации горных проектов, технологических решений и услуг для предприятий горнодобывающей и геологической отраслей промышленности России. 10% скидка на бронирование выставочных мест предоставляется **до 1 августа 2012 г.**

КОММЕРЧЕСКИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ

В рамках Бизнес подиумов, организуемых параллельно с пленарными и/или техническими сессиями, участникам предоставляется возможность проведения в рамках форума бизнес или маркетинговых презентаций.

Более подробная информация о форуме МАЙНЕКС Россия 2012 размещена на сайте:
www.minexrussia.com

Для получения дополнительной информации обращайтесь к представителям орг. комитета форума в Москве:

E-mail: moscowoffice@minexforum.com;
тел.: (495) 510 8693, тел./факс: (495) 645 19 87

Приглашаем Вас принять участие в форуме, открывающем потенциал и перспективы развития минеральных ресурсов России!

ИНФОРМАЦИЯ

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»

НОЧУ «ЦДО «Горное образование»

(Лицензия серии А №311626 Регистрационный № 025588)

Повышение квалификации и переподготовка по горным специальностям в 2012 году

Обучение проводится НОЧУ «ЦДО «Горное образование» при методическом руководстве и сопровождении Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» и Российского геологического общества (РосГео)

Цель обучения:

- повышение эффективности деятельности организаций недропользователей на основе изучения научных достижений, прогрессивных технологий в области горного дела и геологии, методов управления, изменений в законодательной и нормативно-правовой базе, а также передового опыта организации геологических, маркшейдерско-геодезических и иных видов горных работ.

В программе обучения:

- совершенствование систем управления качеством работ и услуг в области горного дела и геологии на основе рыночных механизмов профилактики правонарушений и саморегулирования;
- соблюдение требований законодательства о недрах и о техническом регулировании, обеспечение безопасного и рационального использования минеральных ресурсов России;
- применение передовых технологий, новейших приборов, оборудования и программного обеспечения при освоении минерально-сырьевых ресурсов, в производстве геологических, маркшейдерско-геодезических и иных видов горных работ;
- повышение экономической эффективности деятельности горно- и нефтегазодобывающих организаций.

Педагогический состав включает ведущих специалистов по основным направлениям горного дела министерств и ведомств природоресурсного блока, научных, проектных и учебных организаций.

Программа курсов повышения квалификации - 72 часа.

Программа предаттестационной подготовки по промышленной безопасности и охране недр - 40 часов.

Плата за обучение на курсах повышения квалификации в 2012 году составляет 38500 руб. Оплата осуществляется по безналичному расчету (НДС не облагается). Стоимость проживания не входит в стоимость обучения.

Обучающимся бронируются места для проживания в гостиничных комплексах по факту поступления заявок и месту проведения обучения.

Иногородних участников просим заблаговременно приобрести билеты на обратный проезд из Москвы и иных мест проведения мероприятий.

По окончании курсов повышения квалификации выдётся удостоверение.

График проведения курсов в 2012 году: курсы повышения квалификации:

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012*** 12.11.2012-21.11.2012	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Геология»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Землеустройство и земельный кадастр»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Организация кадровой службы и управление персоналом при недропользовании»	специалисты кадровых служб горно- и нефтегазодобывающих организаций
28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Охрана окружающей среды при недропользовании»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

* - курсы повышения квалификации проводятся в г.Кисловодск. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр»

** - курсы повышения квалификации проводятся в г.Анапа. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской конференции «Рациональное и безопасное недропользование»

*** - слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии в горном деле, геологическом и маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ» в г.Санкт-Петербурге

Получить более подробную информацию об обучении, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.mwork.su, по e-mail: obr@mwork.su; gorobr@inbox.ru или по тел. (495) 641-00-45, (499) 263-15-55



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ,
ПРОЕКТНЫЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»**



ГИПРОЦВЕТМЕТ

ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ» ПРЕДЛАГАЕТ НА УСЛОВИЯХ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

Выполнение полного комплекса предпроектных и проектных работ на строительство и реконструкцию ГОК и ГМК цветной металлургии с проведением всех необходимых согласований проектной документации и получением положительных заключений Главгосэкспертизы и разрешения на строительство объектов.

Концепция разработки проектных работ ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТа» базируется на апробированных Российскими и западными банками компьютерных программах «PROJECT EXPERT» и «АЛТ-ИНВЕСТ», обеспечивающих организационно-технологическую поддержку инвестиционного процесса, начиная от предварительного анализа до принятия решения по финансированию.

Гипроцветметом освоены и применяются в практической деятельности ряд специальных программных продуктов:

- AutoCAD - графический редактор для выполнения всех чертежных работ;
- АЛТ-ИНВЕСТ - для коммерческой оценки инвестиционных проектов;
- TECHE BASE - для составления геологической модели месторождения;
- DATAMINE, SURPACK - для составления объемных моделей месторождения, подсчета запасов, проектирования карьеров, подземных рудников и их оптимизации;
- МАСТЕР-КИП, PROFESSIONAL ELECTRIC - для согласованного выполнения принципиальных электрических схем, схем внешних соединений и кабельных журналов;
- ЭФИР - для расчета рассеяния загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- СПЕС - для составления спецификаций оборудования и материалов;
- КОСМОС-3, АВС - для выполнения сводных, объектных и локальных смет;
- ЛИРА - для расчета строительных конструкций;
- МОНОМАХ - для расчета фундаментов под строительные конструкции;
- GEOD - для проектирования генпланов;
- 1С - бухгалтерский комплекс;
- ДАСПИ - планирование и управление проектированием.

Постоянно обновляется парк компьютеров и множительной техники.

Особое место в сфере деятельности ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ» занимает издательская деятельность. В течение 19 лет издается научно-технический и производственный журнал «Маркшейдерский вестник».

Наш адрес для справок и заключения договоров:

**ФГУП «Гипроцветмет» 129515 г.Москва, ул.Академика Королева, 13, а/я 51
тел.:(495)660-92-00, факс (495)616-95-55, e-mail:office@giprocm.ru, www.giprocm.ru**