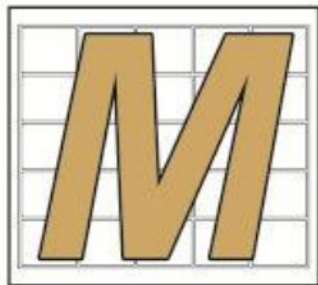


НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ SCIENTIFIC-TECHNICAL AND PRODUCTION MAGAZINE



АРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК MINE SURVEYING BULLETIN

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Предлагаем вам подписаться на журнал «Маркшейдерский вестник»
на первое полугодие 2016 года

Научный и производственный журнал «Маркшейдерский вестник» является специализированным изданием для горных инженеров-маркшейдеров, геодезистов и геологов, освещающим научно-технические организационно-правовые проблемы маркшейдерского обеспечения разработки месторождений полезных ископаемых и горно-строительных работ.

Журнал публикует информацию, касающуюся:

- нормативных документов и инструкций по обеспечению безопасности горного производства;
- обмена производственным опытом маркшейдеров;
- научных исследований в области маркшейдерского искусства;
- новых технологий, технических средств, программного обеспечения и прогрессивных методов получения, ведения и хранения горной документации;
- законодательной базы недропользования, аспектов освоения недр, проблем социальной защищенности трудящихся – горных специалистов;
- сырьевой базы горной промышленности России, а также мирового и внутреннего рынков металлов, минералов и топлива.

«Маркшейдерский вестник» входит в список ВАК и публикуемые в нем статьи диссертанты могут включать в перечень своих научных трудов.

Выходит журнал один раз в 2 месяца (6 раз в году) форматом «А4» и объемом до 72 страниц.

Журнал рассылается по подписке на предприятия, в научные учреждения, в организации и частным лицам на территории России и стран СНГ.

Подписаться на журнал можно в отделениях связи, по индексам:

в каталоге ОАО «Роспечать» 71675;

в каталоге «Пресса России» 90949;

в каталоге «Урал-Пресс» 71675;

в интернет-каталоге «АРЗИ» Э90949. Ссылка на каталог для подписки онлайн:

<http://www.akc.ru/itm/marksheyderskiy-vestnik/>.

Подписка через редакцию принимается с любого текущего номера. Для оформления подписки на 2016 г. необходимо перечислить на счет редакции сумму предоплаты согласно каталожной цене журнала, указав точный почтовый адрес, а также должность и фамилию получателя.

На 2016 г. стоимость одного номера журнала 1534 рубля, включая НДС.

Стоимость годовой подписки 9204 рубля (в том числе НДС 1404 рубля).

Уважаемые рекламодатели НТиП журнала «МВ»!

Информируем Вас, что расценки за публикацию реклам и информации в 2016 г. составляют:

в формате А4 – 16 т.руб. + НДС – полноцветная реклама;

– 8 т.руб. + НДС – черно-белая реклама.

в формате А5 – 8 т.руб. + НДС – полноцветная реклама;

– 4 т.руб. + НДС – черно-белая реклама.

Вся информация в журнале будет публиковаться после предварительной оплаты согласно договорам и счетам, выставленным издателем. Проекты Ваших реклам и информации, а также заявки и платежные поручения о произведенной оплате по подписке необходимо представлять в редакцию по электронной почте: office@giprocm.ru или по факсу: (495) 616-95-55.

Журнал издается 23-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 – **ОАО «ГИПРОЦВЕТМЕТ»**
Генеральный директор, к.ю.н.
Попов Роман Владимирович

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

Члены Редсовета:

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

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

Технический редактор
МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

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) 600-32-00 доб.14-19
E-mail: office@giprocm.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 20.05.2015 г.

Индексы в каталогах:
Агентства Роспечати 71675,
Пресса 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 ответст-
венность авторы.
Мнения авторов могут не совпадать с
мнением редакции.
Рукописи не возвращаются!

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

МВ АРКШЕЙДЕРСКИЙ ЕСТНИК

№3 (106), май – июнь, 2015 г.

Учредители:
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ГИПРОЦВЕТМЕТ

Журнал входит в перечень
ведущих научных изданий ВАК
Минобразования и науки РФ

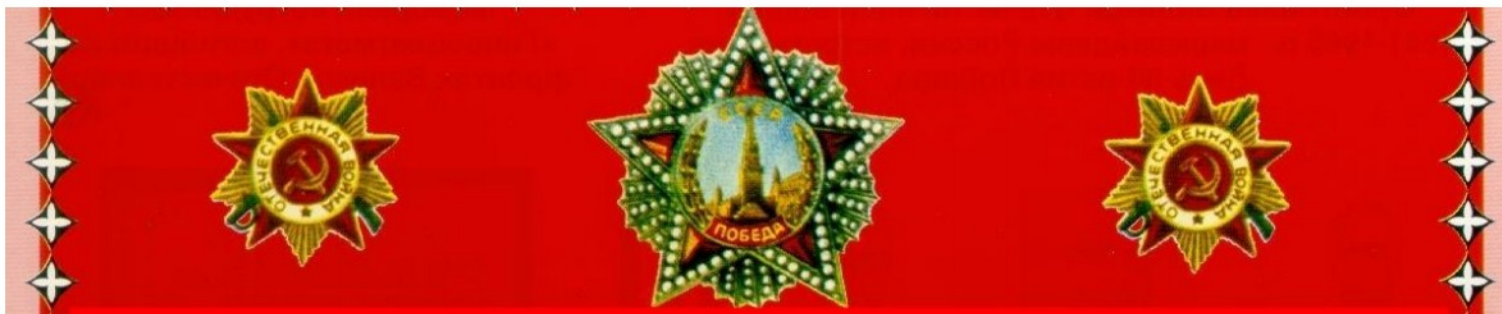
«Один опыт я ставлю выше, чем
тысячу мнений, рожденных только
воображением»

М.В.Ломоносов

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **НАША ПАМЯТЬ**
- **ЮБИЛЕЙ**
- **ИНФОРМАЦИЯ**





Мы – учредители, издатель и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляем наших читателей с праздниками 1 Мая и Днем 70-ЛЕТИЯ 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	
О.А.Зуева, В.В.Яхеев. Цветная металлургия России как базовая отрасль реального сектора	5
М.Э.Денисов, В.Ю.Лашхия, Б.П.Руднев. Возможность извлечения золота и железосодержащего продукта из отвальных хвостов обогатительной фабрики ООО «Карельский окатыш»	7
– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС	
В.А.Гордеев. Маркшейдерское искусство средневековья. Часть 3. Геодезические инструменты в средние века	10
Н.К.Шендрик, М.Н.Шендрик. Оценка точности положений пунктов с применением методики высокоточной реконструкции координат по способу итераций на месторождении «Русскинское» ОАО «Сургутнефтегаз»	15
С.П.Бахаева, Т.В.Михайлова. Установление точности маркшейдерского контроля грунтовых дамб по отклонению коэффициента запаса устойчивости	19
И.И.Ерилова. Дистанционный метод изучения дисциплин «геодезия» и «маркшейдерия» студентами горных специальностей	22
Е.М.Волохов, С.Ю.Новоженин, В.И.Киреева. Проблемы организации натуральных маркшейдерских исследований и геотехнического мониторинга при применении современных технологий строительства подземных сооружений	27
Т.Б.Рогова, С.В.Карабибер. Функция самоподобия сечений топографической поверхности	31
П.А.Круглова. Опыт использования программного продукта DATUGRAM™ 3D в геодезическо-маркшейдерских работах	36
– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ	
В.В.Зубков, А.К.Бычин. О влиянии крупных техногенных трещин на устойчивость бортов карьеров	40
В.Н.Долгоносков, А.А.Нагибин, Д.В.Мозер, Е.В.Кайгородова. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния кровли очистного пространства при отработке угольных пластов в программе «Phase 2»	44
Д.В.Мозер, Н.И.Гей, А.А.Нагибин. Результаты космического мониторинга подработанных территорий города Караганды по данным со спутника ENVISAT	49
С.Ю.Новоженин. Оценка границ зоны влияния проходки эскалаторных тоннелей механизированными комплексами в Санкт-Петербурге	54
– НАША ПАМЯТЬ	58
– ЮБИЛЕЙ	60
– ИНФОРМАЦИЯ	61

УДК 330.4

О.А.Зуева, В.В.Яхеев

ЦВЕТНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РОССИИ КАК БАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА

Рассматривается цветная металлургия России как базовая отрасль реального сектора страны. Анализируются значение цветной металлургии в экономике страны, влияние на нее внутренних и внешних факторов, проблемы и выход из них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: реальный сектор; цветная металлургия; минерально-сырьевая база.



В.В.Яхеев



О.А.Зуева

При исследовании роли реального сектора, в методологическом плане оправдано, прежде всего, определить сущность и структуру данного сектора. С

теоретико-методологической точки зрения подход к традиционному определению реального сектора экономики тесно связан с пониманием производительного и непроизводительного труда, а значит и с определением воспроизводственно-отраслевых сфер, где производится ВВП (внутренний валовый продукт) и НД (национальный доход). Следовательно, фактически ставится вопрос о сущности, функциональной значимости реального сектора в воспроизводственном процессе.

Экономическая деятельность XXI в. - это выход человечества за пределы индустриального строя, традиционно понимаемой сферы материального производства реального сектора, где большое значение играют информационные ресурсы.

Поэтому все это находит отражение в соответствующих теоретических моделях [1, 2], в которых предпринимаются активные попытки пересмотреть сущность реального сектора национальной экономики.

В настоящее время, по-видимому, трудно выделить определенные виды экономической деятельности, которые совсем не участвуют в создании ВВП. Однако, на наш взгляд, реальный сектор должен играть роль «управляющей подсистемы» макроэкономики, в которой создается стоимость, а финансовый сектор – «управляемой подсистемы», где перераспределяется стоимость.

Под реальным сектором более оправдано понимать базис социально-экономической системы, состоящий из нефинансовых видов деятельности, который задает и определяет системообразующие связи национальных экономических систем различных типов.

Согласно общим тенденциям развития мировой экономики, горнодобывающая промышленность реального сектора в XXI веке приобретает особое значение. Социально-экономическое развитие, геополитическое положение и роль России в мировом сообществе в настоящее время и в перспективе в значительной мере определяется ее минерально-

сырьевым потенциалом и государственной стратегией его использования.

Минерально-сырьевая база (МСБ) в экономике России занимает ведущее место: на ее долю приходится более 33% ВВП. Экспорт минерального сырья и продуктов его переработки обеспечивает 65-68% валютных поступлений в страну [3].

Россия является одной из крупнейших держав мира, обладающих мощной МСБ в цветных металлах. Доля России в мировых запасах никеля - 36%, кобальта - 18%, свинца - 10%, цинка - 15%. По запасам платиноидов, золота, серебра, титана, циркония и ряду других цветных металлов Россия занимает 1-3 место в мире [3].

Цветная металлургия является базовой отраслью реального сектора экономики Российской Федерации. Продукция цветной металлургии составляет 4,6% в ВВП России и является одной из основных статей экспорта [3].

Промышленный комплекс по добыче и производству цветных и редких металлов располагает крупным потенциалом: в настоящее время добычу и переработку руд цветных и редких металлов осуществляют 45 предприятий на 58 подземных рудниках, 14 карьерах и 52 обогатительных фабриках, а также на 6 заводах по производству глинозема [4, 5].

Задачей развития МСБ цветной металлургии России является удовлетворение возрастающих потребностей отечественных металлургических предприятий и повышение конкурентоспособности горнорудных предприятий реального сектора экономики. В настоящее время на экспорт поставляется не менее 80% производимых цветных металлов. Емкость внутреннего рынка чрезвычайно мала, и поэтому даже ее рост в 1,5-2 раза существенно не повлияет на объемы потребления сырья металлургическими предприятиями, особенно в условиях неустойчивой и неблагоприятной конъюнктуры на мировых рынках цветных металлов. По некоторым оценкам и прогнозам, в 2014 г. по сравнению с уровнем 2001 г., производство цветных металлов возросло не более чем на 9-12%.

Однако, к настоящему времени в результате действия многих внутриотраслевых и внешних факторов в цветной металлургии России сформировался ряд негативных тенденций и накопились нерешенные проблемы, создающие угрозу ее развитию в будущем. К ним относятся: во-первых, ускоряющееся старение основных производственных фондов (коэффициент их обновления не превышает 2%, в том время как минимально необходимый уровень должен со-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ставляя 4-5% в год), а также недостаточная конкурентоспособность большинства видов металлопродукции на мировом рынке; во-вторых, нерентабельное состояние данных предприятий реального сектора обусловлено постоянным ростом цен на услуги и продукцию отраслей-монополистов, налоговой и финансово-кредитной политикой, не нацеленных на их поддержку; в-третьих, резкое сокращение объемов инвестиций на развитие данных предприятий и невозможность самообеспечения.

Эти тенденции, в целом, характерны для горнорудных предприятий. В результате, загрузка и эффективность работы ряда металлургических заводов поставлена в зависимость от экспорта сырья из-за рубежа, в том числе на основе толлинга.

В настоящее время значительная часть МСБ цветной металлургии России по своим качественным параметрам не отвечает требованиям мирового рынка, что свидетельствует о недостаточной конкурентоспособности минерально-сырьевой базы по ряду цветных металлов.

Это объясняется, тем, что геолого-экономическая оценка запасов, произведенная по советским критериям до 1990 г., в настоящее время не отражает реальной картины. В рыночных условиях, промышленная значимость многих разведанных месторождений существенно снизилась. В 1994 г. была произведена экспертная геолого-экономическая переоценка МСБ России, что привело к сокращению балансовых запасов полезных ископаемых на 30-70% по различным видам минерального сырья. По конкурентоспособности с позиций требований мирового рынка качество и запасы руд различных цветных металлов в России существенно различаются.

Минерально-сырьевая база *медной промышленности реального сектора* России вполне конкурентоспособна и по своему качеству не уступает МСБ зарубежных стран. В основных странах-производителях меди (Чили, Перу, США, Мексика, Канада) используют в качестве сырья руды медно-порфириновых месторождений (70% мировой добычи меди) со средним содержанием меди 0,6-0,7%. В отличие от них, в России основным медным сырьем являются сульфидные медно-никелевые (65-70% добычи) и колчеданные медные руды (30-35% добычи), со средним содержанием меди, соответственно 2,2 и 1,3%. При этом предприятия ОАО «ГМК «Норильский никель» добывают в основном богатые руды, содержащие от 3 до 5,1% меди. Помимо меди и никеля, эти руды содержат Со, Аи, Аг и платиноиды, что повышает их конкурентоспособность.

В *никелевой промышленности реального сектора* наиболее конкурентоспособным сырьем являются сульфидные медно-никелевые руды, добываемые ОАО «ГМК «Норильский никель» [6-8]. Значительная часть никеля (около 80%) добывается из богатых руд со средним содержанием металла 2,6-2,9%, в том время как содержание никеля в сульфидных рудах Канады не превышает 1,4, Австралии - 2%. Высокая конкурентоспособность норильских руд обу-

словлена их комплексным характером. Отрицательными факторами являются тяжелые горно-геологические условия и географическое расположение месторождений.

Силикатные никелевые руды уральских предприятий значительно уступают по качеству аналогичным рудам зарубежных стран. В России добываются руды со средним содержанием никеля 0,9%, а в других странах - от 1,2 (Греция) до 2,1% (Новая Каледония).

Важнейшим условием устойчивости МСБ и эффективного функционирования горнорудных предприятий цветной металлургии реального сектора экономики России, в целом, является сбалансированное соотношение между уровнями добычи и прироста запасов руд, обеспеченность запасами определенных категорий и прогнозными ресурсами. Вместе с тем в 90-х годах и по настоящее время достигнутые приросты запасов не компенсируют их погашение. Ряд горнорудных предприятий работает без минимально необходимого опережающего задела, используя оперативно приращиваемые запасы. Кроме того, при существующих ценах на топливно-энергетические ресурсы и материалы производственного назначения, в условиях жесткой налоговой политики, качество руд многих месторождений перестало обеспечивать рентабельность их обработки. Поэтому многие предприятия были вынуждены перейти на выборочную обработку наиболее богатых запасов, количество которых ограничено, что не может обеспечить работу предприятий на протяжении длительного периода времени и приводит к потере средних и бедных по качеству руд.

Анализ показал, что условиями эффективной работы горнорудных предприятий цветной металлургии (кроме наличия руд высокого качества) являются, во-первых, включение их в состав вертикально интегрированных структур различного типа, во-вторых, выпуск товарной продукции на базе нескольких ценных компонентов, в-третьих, осуществление первичной переработки сырья с получением товарной продукции непосредственно на предприятии.

С целью повышения конкурентоспособности российского сырья целесообразно [4, 5]:

- *значительно расширить геологоразведочные работы* по наращиванию запасов цветных металлов, что позволит выявить перспективные и конкурентоспособные месторождения;

- *усовершенствовать методику геолого-экономической переоценки запасов*, так как в настоящее время методика несовершенна и не может быть использована в равной мере для всех месторождений (отрабатываемых и резервных);

- *расширить практику создания вертикально интегрированных структур*, включающих горно-обогатительные предприятия, что не только улучшит финансовое состояние горных предприятий, но и снизит стоимость сырья, поступающего на металлургические предприятия;

- *заключать долгосрочные договоры между*

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ГОКами - поставщиками сырья и металлургическими заводами - потребителями сырья;

– развивать систему государственных заказов в качестве меры поддержки тех горнорудных предприятий, прекращение деятельности которых угрожает экономической безопасности России;

– предоставлять государственные гарантии российским и зарубежным инвесторам при осуществлении проектов реконструкции и обновления основных фондов горнорудных предприятий;

– активизировать технико-технологическое перевооружение горнообогатительных предприятий;

– снизить налоговое бремя на горнорудные предприятия, так как высокая налоговая нагрузка на горнорудные предприятия в течение длительного периода времени является одной из важнейших причин их низкой эффективности.

Литература

1. Duwendag D. Vorwort // Duwendag D. (Red.) Finanzmärkte im Spannungsfeld von Globalisierung: Regulierung und Geldpolitik // Schriften des Vereins für Sozialpolitik. N. F. - 1998. - No 261. - P. 5.

2. Menkhoff L., Tolksdorf N. Financial Market Drift: De-

coupling of the Financial Sector from the Real Economy. Germany, Springer, 2001. - P. 8.

3. Козловский Е.А. Состояние и направления развития минерально-сырьевой базы России. // Горный журнал. - 2003. - №10. - С.4-9.

4. Новиков А.А., Сазонов Г.Т. Состояние и перспективы развития рудно-сырьевой базы цветной металлургии Российской Федерации. // Горный журнал. - 2000 - №6 - С.92-95.

5. Новиков А.А., Благутин Ю.Л., Пинчук А.В. Задачи укрепления и расширения минерально-сырьевой базы цветной металлургии России. // Г.Ж. 2003. - №10 - С. 58-62.

6. Хлопонин А.Г., РАО «Норильский никель» уверенно смотрит в новый век. // Горный журнал. - 2000 - №6 - С.98-100.

7. Пивень Г.Ф., Коновалов А.П., Валетов А.В., Макаров Б.Л. Добыча медно-никелевых руд и развитие сырьевой базы ОАО «Норильская горная компания» // Горный журнал. - 2000 - №6 - С. 101-103.

8. Хагажеев Д.Т., Розенберг Ж.И., Рябко А.Г., Овчинников А.В., Осеев О.Б. Состояние и перспективы развития горного производства в ОАО «ГМК «Норильский никель». // Горный журнал. - 2003. - №10. - С.62-66.

Валерий Васильевич Яхеев, канд.техн.наук, ст.науч.сотр.,
доцент кафедры "Экономики и финансов", Государственная
полярная академия, г.Санкт-Петербург,

E-mail: yakvaleri@yandex.ru, тел.8-911-097-56-30;

Ольга Александровна Зуева, канд.экон.наук, доцент кафедры
экономических дисциплин, Санкт-Петербургский филиал
Российского нового университета, г.Санкт-Петербург,

E-mail: vjnjh2005@rambler.ru, тел.8-953-377-87-63

УДК 622.013.3

М.Э.Денисов, В.Ю.Лашхия, Б.П.Руднев

ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА И ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА ИЗ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ООО «КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ»

Развитие геологической науки показывает на перспективность наличия в ультраосновных породах, в месторождениях железных руд благородных металлов, металлов платиновой группы. Начиная открываться теоретически относительно крупные запасы данных элементов, которые попадают в утвержденные запасы. К сожалению, несмотря на практически неисчерпаемые запасы ценных металлов, выполненные на хвостах ОФ «Карельский Окатыш» исследования показали, что в настоящее время отсутствует экономически выгодная технология получения золота и железа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: магнетитовые железорудные месторождения; отвалы переработки; ультраосновные породы; извлечение; металлы платиновой группы; золотосодержащий концентрат; железосодержащий продукт.

Выводы из многочисленных материалов, собранных геологами, о возможном наличии в ультраосновных породах, в магнетитовых железорудных месторождениях (включая КМА, ООО «Карельский окатыш») металлов платиновой группы и золота [1] привели к несколько странному положению.

С одной стороны, начинают теоретически обнаруживать в отвалах переработки данных месторождений относительно большие запасы металлов платиновой группы и золота. С другой стороны, несмотря на перспективность, никаких исследований в этом направлении не проводится. При этом действительно периодически наблюдаются подтверждения этих предположений.

Так, например, исследования, выполненные в

2003-2004 гг. в институте Гинцветмет на гравииоконцентратах I и II стадии обогащения гематитового концентрата Оленегорского ГОКа, подтвердили возможность выделения золотосодержащего концентрата, содержащего до 100-120 г/т золота. Схема обогащения, разработанная в институте Гинцветмет, включала выделение из гравииоконцентрата I и II стадии гравитационного обогащения гематитового концентрата электромагнитной фракции с последующей доводкой немагнитной фракции на концентрационном столе [2].

Подобная технология была заложена при изучении отвальных хвостов обогащения ОФ «Карельский Окатыш». Исходные отвальные хвосты представляли усреднённую пробу отвальных хвостов фабрики. Схема обогащения представлена на рис.1.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

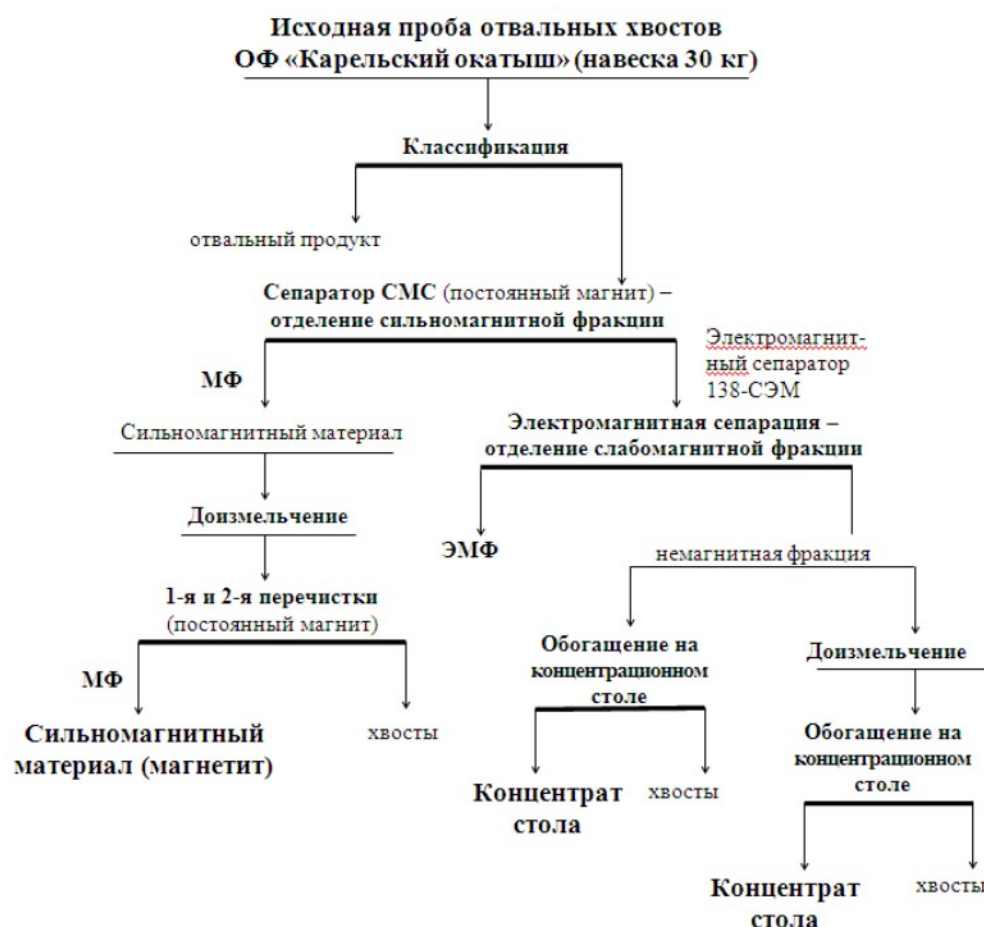


Рис.1. Схема исследований извлечения Au и Fe из отвальных хвостов ОФ «Карельский окатыш»

Технология предобогащения включала отбор представительной пробы хвостов, расквартование её на 3 навески, после расквартования две навески по 30 кг были отправлены и изучены в различных организациях (ЦНИГРИ и БГГЭ ФГУП «ИМГРЭ»). Во время исследований в ЦНИГРИ гравиконоцентрат получался на лабораторном сепараторе фирмы Knelson. В БГГЭ «ФГУП ИМГРЭ» – на концентрационном столе.

Изучение минерального состава тяжёлой фракции гравитационного концентрата показало отсутствие в этих продуктах свободного золота. В то же вре-

мя установлено наличие различных ультраосновных минералов (пироксенов, эпидота, роговой обманки, различных сростков роговой обманки с кварцем), а также минералов меди (халькопирита – 3,0%; халькозина – 0-1%), пирита 11,2%. Золото связано с медными минералами.

Железосодержащий продукт – предполагаемый магнетитовый концентрат, полученный из сильномагнитной фракции, даже после доизмельчения до крупности минус 0,5 мм выделить не удалось.

Исследования по изучению распределения Au, Fe_{общ}, S_{общ} по продуктам обогащения (класс –1 мм без доизмельчения)

	Продукты обогащения	Выход, %	Au, г/т	Fe _{общ} , %	S _{общ} , %
1	Исходные хвосты	100	0,085	9,8	5,56
	Разделение на грохоте				
	Класс +1 мм	49,01	0,002	9,77	6,07
	Класс –1 мм	50,99	0,048	9,77	5,08
2	Выделение сильномагнитной фракции СМС (сепаратор на постоянных магнитах)				
	Поступает: класс –1 мм	50,99	0,048	9,77	5,08
	Выходит:				
	Сильномагнитная фракция	6,38	0,002	21,57	4,23
	Слабомагнитная фракция	44,61	0,054	8,24	4,94
3	Выделение слабомагнитной фракции				
	Поступает:				

	Продукты обогащения	Выход, %	Au, г/т	Fe _{общ} , %	S _{общ} , %
	Слабомагнитная фракция	44,61	0,054	8,24	4,94
	Выходит:				
	Электромагнитная фракция	23,92	0,005	11,03	5,79
	Неэлектромагнитная фракция	20,69	0,098	4,32	1,24
4	Обогащение неэлектромагнитной фракции на столе				
	Поступает:				
	Неэлектромагнитная фракция	20,69	0,098	4,32	1,24
	Выходит:				
	Концентрат стола (1 к-т)	2,48	0,74	10,92	4,06
	Хвосты (пр/пр перемычки 1 и 2, пр/пр 3 и хвосты перемычки)	18,79	0,003	3,40	≥0,5

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Исследования по изучению распределения Au, Fe_{общ}, S_{общ} по продуктам обогащения ОФ «Карельский Окамыш» (класс –1 мм доизмельчен до крупности –0,5 мм)

	Продукты обогащения	Выход, %	Au, г/т	Fe _{общ} , %	S _{общ} , %
1	Исходные хвосты (класс +5 мм)	100	0,025	9,8	5,56
	Грохочение				
	Класс –5+1 мм	49,01	0,002	9,77	6,07
	Класс –1 мм	50,99	0,048	9,77	5,08
2	Выделение сильномагнитной фракции СМС (сепаратор на постоянных магнитах)				
	Поступает: класс –1 мм доизмельченный до –0,5 мм	50,99	0,048	9,77	5,08
	Выходит:				
	Магнитная фракция	4,62	0,002	48,25	3,6
	Немагнитная фракция	46,37	0,094	4,24	4,54
3	Выделение электромагнитной фракции				

	Продукты обогащения	Выход, %	Au, г/т	Fe _{общ} , %	S _{общ} , %
	Поступает:				
	Немагнитная фракция	46,37	0,094	4,24	4,54
	Выходит:				
	Электромагнитная фракция	25,68	0,005	10,93	5,79
	Неэлектромагнитная фракция	20,69	0,098	4,32	1,24
4	Гравитационное обогащение немагнитной фракции (доизмельченной до –0,5 мм)				
	Поступает:				
	Неэлектромагнитная фракция	20,69	0,098	4,32	1,24
	Выходит:				
	Гравиоконцентрат	1,83	1,06	12,12	6,32
	Хвосты обогащения (промпродукт)	18,66	0,001	3,41	0,5

ВЫВОДЫ

1. В отвальных продуктах ОФ «Карельский Окамыш» содержится не более 25 мг/т золота, в гравиоконцентрате не более 1 г/т золота. При этом свободного золота в гравиоконцентрате не обнаружено.

2. Золото связано с медными минералами халькопиритом и халькозином.

3. Полученный железосодержащий продукт загрязнён серой, по-видимому, связанной с пирротинном, что исключает его использование.

4. Выводы о потенциальном наличии в отвальных продуктах благородных металлов и металлов платиновой группы, которые включаются в ТЭО кондиций, по аналогии с подобными месторождениями,

не имеют промышленного значения, так как технология извлечения отсутствует.

Литература

1. Додин Д.А., Ланда Э.А., Лазаренков В.Г. Платиносодержащие месторождения мира. Т. II. Москва ООО «Геоинформцентр». 2003 г., с.409.

2. Руднев Б.П., Енбаев И.А. Отчёт института «Гинцветмет», 1995 г.

3. Быховский Л.З., Печенкин И.Г. К вопросу о новой «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых». Ж. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2, 2015 г., с. 43-48.

Михаил Эдуардович Денисов, зам.Генерального директора по производству ОАО «Гипроцветмет»,

E-mail: office@giprost.ru;

Виталий Юрьевич Лашихия, Генеральный директор ЗАО «ПромГео»;

Борис Петрович Руднев, гл.обогащатель

ОАО «Гипроцветмет», тел.(495)600-32-00 доб.14-84

Уважаемые коллеги!

Напоминаем Вам, что продолжается прием заявок на участие во Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании», которая будет проводиться в период 19.10.2015 - 23.10.2015. в г. Москва. Организаторами традиционно выступают Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», Российское геологическое общество (РосГео). Для участия в конференции приглашены руководители министерств и ведомств природоресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций, научных, проектных и учебных организаций.

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

Редакция «МВ»

УДК 622.1:528

В.А.Гордеев

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ИСКУССТВО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ ЧАСТЬ 3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В СРЕДНИЕ ВЕКА

С позиции истории техники дается представление о состоянии и развитии геодезической (землемерной) техники в XIII – XVII вв. до начала широкого применения оптических приборов. Используются цифровые копии геодезических трудов этого времени, выполненные корпорацией Google и др.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: средневековье; маркшейдер; маркшейдерские измерения; маркшейдерские приборы; первые труды.



Прежде чем перейти к краткому изложению развития геодезической техники в Средневековье, необходимо напомнить об основных исторических вехах естествознания.

Физико-математические знания и воззрения имелись в древних цивилизациях Шумера и Вавилона, Египта, Китая и Индии. Математические и физические учения формируются в Греции в VI – IV вв. до н.э., затем развиваются в Александрии Египетской. После Апполония Пергского, Герона Александрийского, Клавдия Птолемея, Диофанта (III в.) наступил закат физико-математических исследований, а к концу IV в. они практически прекратились. Римляне компилировали греческие тексты, не создав оригинальных научных работ. С VI в. на Западе греческая школа с нашествием варваров была окончательно забыта. Однако в Восточной Римской империи она поддерживалась византийскими комментаторами, была перенята в VIII в. арабами, развита и вернулась в XI – XIII вв. на Запад. Греческие источники были повторно, теперь уже с арабского языка, переведены на латынь, переведены и оригинальные арабские труды. Знакомство с этими трудами привело к возобновлению с XIII – XIV вв. в Западной Европе научных исследований. Независимо от этой ветви развивались математика и физика в Китае и Индии [1, 2, 3].

Угломерные инструменты приходили в маркшейдерию из низшей геодезии (топографии), в низшую геодезию – из астрономии и высшей геодезии (градусных измерений), а туда – как результат научных достижений физиков и математиков.

Так, прообразом теодолита явились астролябия и квадрант, применявшиеся для определения широты местности по возвышению небесных светил.

Астролябию, как астрономический прибор, изобрел, видимо, Апполоний Пергский (262-190 гг. до н.э.), она была усовершенствована астрономом Теоном Александрийским (ок. 335 – ок. 405) и широко применялась арабами (Авиценна, 1002 г.), а затем в средневековой Европе [4]. Для геодезических работ астролябия из сложного астрономического прибора была трансформирована в прибор для измерения вертикальных углов по типу эклиметра (рис.1).



Рис.1. Геодезическая астролябия, XIV в. Музей истории культуры и искусства, Дортмунд

Геодезическая астролябия представляла собой металлический диск (лимб) с вращающейся вокруг его оси линейкой (алидадой) с диоптрами (pinnula – в русской технической литературе XVIII в. – пинули). С помощью астролябии определяли недоступные расстояния и высоту сооружений (рис.2).

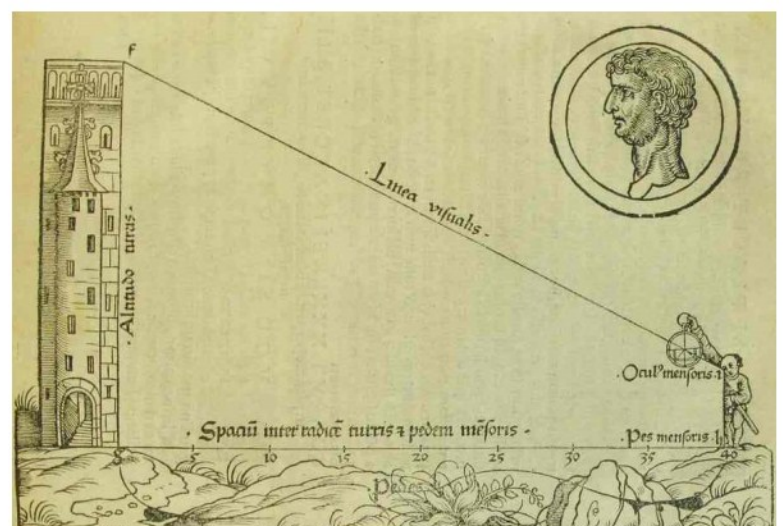


Рис.2. Определение высоты башни с помощью астролябии. Я. Кёбель, 1535

В Германии такие приборы назывались дисковыми (Scheibeninstrument, Eisenscheibe). В «Pantometria» Т.Диггеса (1571) аналогичный прибор для измерения горизонтальных углов назван

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

theodelitus.

Считается, что астрономический квадрант впервые описал александрийский греко-римский ученый Клавдий Птолемей (ок. 90 – ок. 168 г.) [5]. Затем квадрант применялся на Востоке, а в Европе среди прочих инструментов (абак и астролябия) был описан в 983 г. Гербертом Орильякским (впоследствии папа римский Сильвестр II, ок. 945 – 1003). Выдающийся итальянский математик Леонардо Пизанский (Фибоначчи, ок. 1170 – ок. 1250) в «Practica geometriae» (1220) приводит руководство по работе с геодезическим квадрантом [6]. К XVI в. он представлял собой градуированную четверть круга с диоптрами для визирования и отвесом. Квадрант изготавливался из дерева, позднее – из латуни (рис.3).



Рис.3. Квадрант с диоптрами и отвесом. Х.Трехслер-старший, 1572. Физико-математический салон, Дрезден

Первую конструкцию, объединившую астролябию и квадрант, предложил, видимо, немецкий картограф Мартин Вальдземюллер (Martin Waldseemüller, ок. 1470-1520) в 1512 г. Прибор, названный им полиметрум, представлял собой горизонтальный лимб и вертикальный полукруг, разделенные как на градусы (для измерения углов), так и на тангенсы (для решения тригонометрических задач по определению высот и расстояний). Прибор горизонтировался с помощью отвеса, положение вертикального круга фиксировалось зажимным винтом (рис.4).

Аналогичная конструкция под названием «топографический инструмент» (Topographical instrument) была приведена в упоминавшейся книге Томаса Диггеса (Thomas Digges, ок. 1546-1595) «Pantometria» – рис.5а. Считается, что этот прибор описал в 1552 г. отец Т.Диггеса – Леонард Диггес (Leonard Digges, ок.1515 – ок.1559) [5].

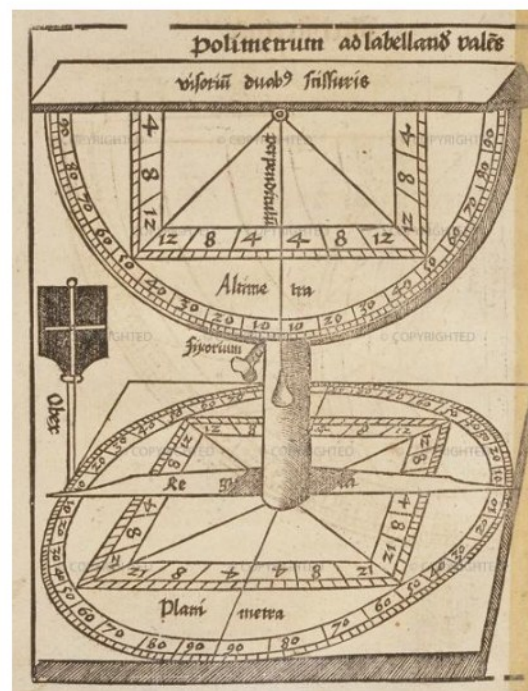
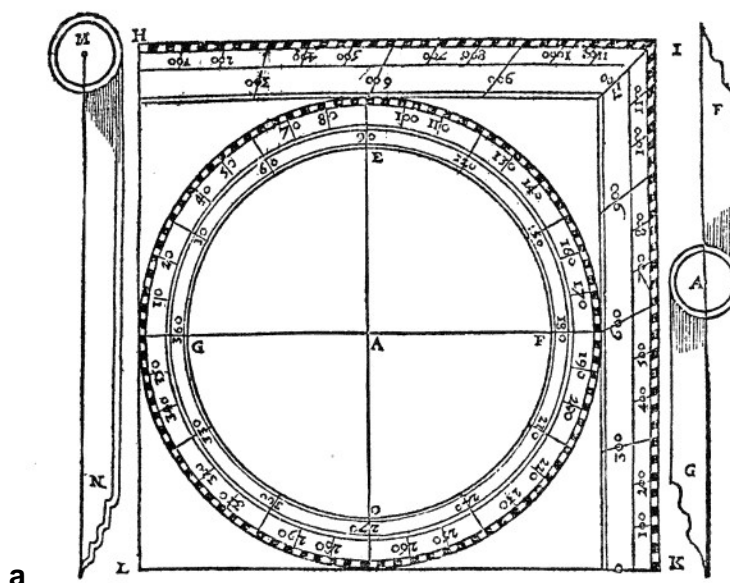


Рис.4. Полиметрум Вальдземюллера. Г.Райш. «Margarita philosophica», 1512

Несколько образцов инструментов Диггеса изготовил английский мастер Хамфри Коул (Humphrey Cole, ок.1530-1591) – рис.5б.



а



б

Рис.5. а - «Топографический инструмент» Диггеса [7]; б - теодолит Коула, 1586. Музей истории науки в Оксфорде

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Изготовлением подобных приборов (теодолитов с диоптрами) занимались в XVI – XVII вв. известные механики того времени: Джошуа (лат. Эрасмус) Хабермель – буссольный теодолит со штативом, 1576 [5]; Христоф Трехслер-младший – труба вращалась относительно неподвижного вертикального полукруга, 1625 [8], Виктор Старк, Христиан Пёлинг и др. [9] – рис. 6 и рис.7.



Рис.6. Теодолит Ритера, 1590. Институт и музей истории науки, Флоренция



Рис.7. Теодолит Старка, 1633. Латунь. Физико-математический салон в Дрездене

Для геометрического нивелирования в Средневековье применялись известные еще со строительства египетских пирамид накладные уровни (ватерпасы), водяные (желобчатые) уровни – потомок хоробата, маятниковые нивелиры, имелись и рейки (рис.8).

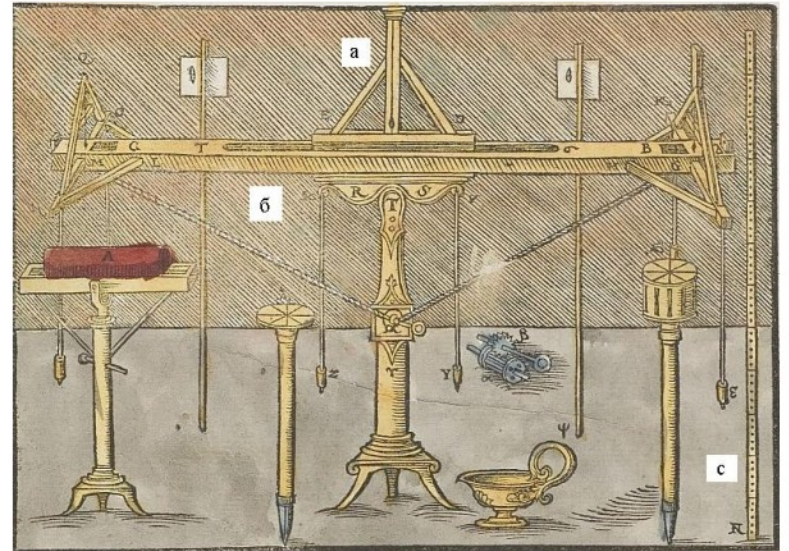


Рис.8. Инструменты для нивелирования: а – ватерпас; б – желобчатый уровень; с – рейка Ривиус, 1547

Для косвенного измерения расстояний до объектов, а также высот объектов применялись астролябия, квадрант, посох Иакова («жезл Якоба», Jacobsstab). Последний представлял собой градуированный брус (градшток), по которому перемещалась поперечная планка с диоптрами. Передвижением планки диоптры совмещались с концами наблюдаемого объекта, и по градуировке определялось расстояние до этого объекта или его высота (рис.9).

Посох Иакова впервые описал в 1325 г. французский ученый Леви бен Гершон (лат. Гертонидес, 1288-1344), по другим данным он был известен китайцам еще в XI в. Прибор использовался астрономами и моряками для определения широты местности. В начале XVI в. посох Иакова усовершенствовал голландский математик Гемма Фризиус (1508-1555).



Рис.9. Определение высоты башни с помощью посоха Иакова. Я. Кёбель, 1531

К XVI в. в Европе было разработано несколько конструкций таких геометрических приборов – геометрический квадрат, пантометр, вертикальный квадрант, угломерные диски и полудиски, планиметрические столы и др. (рис.10). В большинстве своем эти приборы работали «с руки». Штативы появились ок. 1550 г. [5].

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

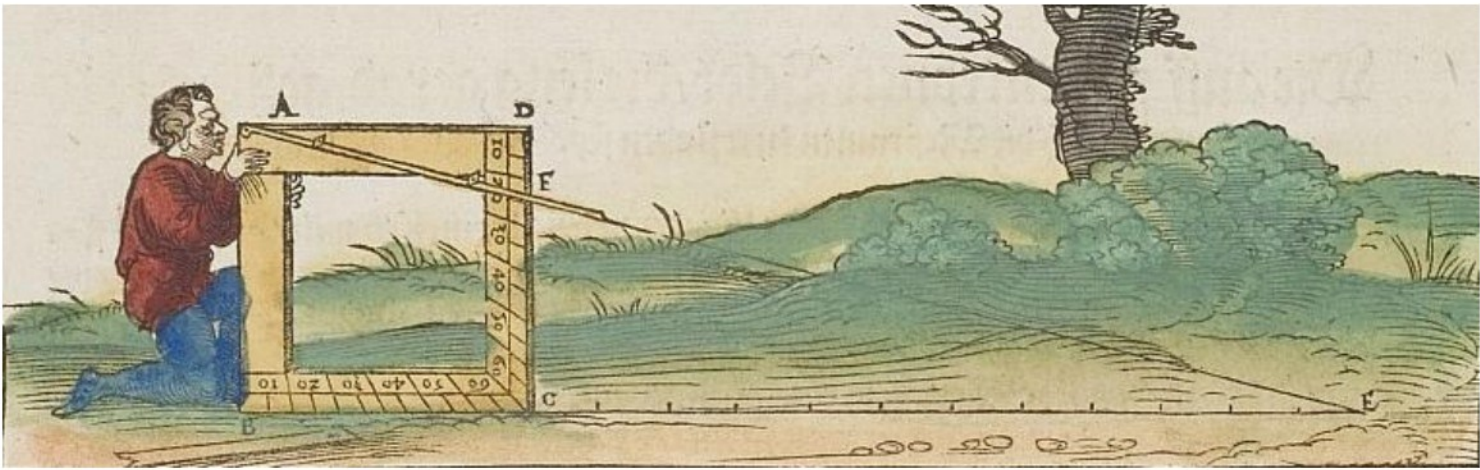


Рис.10. Геометрический квадрат. Ривиус, 1547

В 1590 г. профессор математики и астрономии Альтдорфской академии Иоханнес Преториус (Johannes Richter, лат. Praetorius, 1537-1616) изобрел мензулу с кипрегелем, который представлял собой линейку с диоптрами. Для оценки высот и расстояний приборы были размечены в соответствии с имевшимися тогда в геодезических трудах тригонометрическими таблицами (рис.11). В XV-XVI вв. были изданы крупные монографии, автором одной из них был немецкий врач и архитектор Вальтер Руфф (Walther Hermann Ryff, лат. Ривиус, Gualtherus Hermenius Rivius, ок. 1500-1548).

Grad	Theil	Grad	Theil	Grad	Theil
1	5729799	31	166429	61	55432
2	2863563	32	160035	62	53170
3	1908217	33	153987	63	50952
4	1430203	34	148253	64	48772
5	1143131	35	142813	65	46631
6	951387	36	137639	66	44522
7	814456	37	132704	67	42448
8	711569	38	127994	68	40402
9	631377	39	123491	69	38387
10	567118	40	119197	70	36396
11	514438	41	115037	71	34433
12	470453	42	111062	72	32492
13	433148	43	107236	73	30573
14	401089	44	103551	74	28674
15	373211	45	100000	75	26794
16	348748	46	96571	76	24932
17	327088	47	93254	77	23087
18	307767	48	90040	78	21256
19	290422	49	86929	79	19439
20	274753	50	83909	80	17633

Рис.11. Отрывок из таблицы котангенсов. Ривиус, 1547

Для линейных измерений использовали: мерные шнуры; мерные шесты (масштабы, Maßstab, Maßstab) длиной 5-10 футов, разбитые на футы; ок. 1530 г. из Голландии пришли мерные цепи (Meßkette) [5] длиной 10 сажень – ок. 18 м и проч.

И все-таки, еще в XVII в. использовались мерные шнуры, проволоки, цепи, жезлы, прутья, шесты, а угловые измерения проводились астролябиями, квадрантами и компасами [10]. Добавим: геодезисты пользовались и другими неоптическими, порой номограммными инструментами – теодолитами, нивелирами, мензулами, геометрическими квадратами и проч.

Совершенствовались отсчетные приспособления. Несколько подробнее расскажем о верньере, до сих пор в литературе этот вопрос раскрывается путано.

В 1542 г. португальский математик Педро Нуньес (Pedro Nunes, лат. Petrus Nonius, 1502-1578) предложил провести в квадранте 46 concentрических окружностей. Внешнюю окружность (четверть окружности) разделить на 90 частей, а каждую следующую к центру окружность разделить соответственно на 89, 88, ..., 45 частей. Таким образом, цена деления внешней окружности равнялась 1° , каждой последующей окружности – на $2'40''$ больше, последней (внутренней) окружности – 2° (рис.12).



Рис.12. Нониус. Реконструкция [11]

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Точность отсчитывания составляла 2'40". При измерении скошенный край алидадной линейки совпадал с каким-либо делением одного из кругов, по таблице или специальной градуировке отсчет переводили в градусы и минуты.

Ученик П.Нуньеса в Коимбрском университете немецкий астроном и математик, автор григорианского календаря Кристоф Шлюссель, известный больше как Клавиус (Christoph Schlüssel, лат. Christophorus Clavius, 1538-1612) в 1586 г. развил идеи своего учителя. С работами Клавиуса был знаком имперский вице-канцлер и меценат (в его пражском дворце жили и работали великие астрономы Т.Браге и И.Кеплер) Якоб Курц, барон фон Зенфтенау (Jacob Kurz Freiherr von Senftenau, лат. Jacob Curtius, 1553-1594). Приглашая в 1590 г. Тихо Браге к себе, он изготовил для него квадрант по типу нониуса, но с 60 концентрическими окружностями. Внешняя окружность делилась из расчета 60° на 60 делений, следующие – из расчета 61° на 60 делений, 62° на 60 делений и т.д. Таким образом, цена деления внешней окружности равнялась 1°, каждой последующей окружности – на 1' больше, последней (внутренней) окружности – 2°. Точность отсчитывания составила 1' [12]. Однако имевшаяся тогда делительная техника не позволяла с достаточной точностью претворить эти замыслы в жизнь, вдобавок предложенные конструкции были весьма сложными и неудобными при работе.

Лишь в 1631 г. француз Пьер Вернье (Pierre Vernier, 1580-1637) опубликовал трактат, в котором для квадранта описал подвижную (в отличие от Клавиуса) линейку, несущую n делений на $(n-1)$ деление шкалы прибора. Он же назвал это приспособление «нониус», хотя в дальнейшем, как синоним, применяется «верньер». До сих пор верньер используется во многих физических приборах – буссолях, штангенциркуле, и др.

XVII в. – век научной революции, век великих астрономических открытий благодаря появлению оптической трубы – телескопа (Галилео Галилей, 1609). Увы, несмотря на совершенствование оптических приборов и методов выполнения геодезических работ, оптические теодолиты и нивелиры в землемерном деле появились только в XVIII в., а в маркшейдерском деле – еще позднее.

Продолжение следует

Литература

1. Дорфман Я.Г. *Всемирная история физики (с древнейших времен до конца XVIII века)*. – М.: Наука, 1974. – 352 с.
2. Льюис М. *История физики*. – Пер. с итал. Э.Л.Бурштейна. – М.: Мир, 1970. – 464 с.
3. *История математики. В 3-х т.* – Т.1. *С древнейших времен до начала Нового времени*. – Под ред. А.П.Юшкевича. – М.: Наука, 1970. – 352 с.
4. Розенфельд Б.А. *Аполлоний Пергский*. – М.: МЦНМО, 2004. – 176 с.
5. Deumlich F., Staiger R. *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*. - Wichmann, 2002. – 426 S.
6. Minow H. *Vermessungsinstrumente im Mittelalter // Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik*. – 1991, H. 11.
7. Scott D.D. and Others. *The Evolution of Mine-Surveying Instruments*. – New York City, 1902. – 324 pp.
8. Wunderlich H. *Kursächsische Feldmeßkunst, artilleristische Richtverfahren und Ballistik im 16. und 17. Jahrhundert*. – Berlin, 1977. – 218 S.
9. Schillinger K. *Some Lesser-Known Dresden Instrument Makers of the Seventeenth Century // European collections of scientific instruments, 1550-1750*. – Leiden, 2009. – pp. 27 – 41.
10. K.Lüdemann. *Die Entwicklung der Vermessungstechnik // Zeitschrift für Vermessungswesen*. – 1930. № 7. – S. 234 – 250.
11. http://pt.wikipedia.org/wiki/Pedro_Nunes.
12. http://de.wikipedia.org/wiki/Jacob_Kurz_von_Senftenau.

Виктор Александрович Гордеев, д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой МД, Уральский государственный горный
университет, г.Екатеринбург, тел. +7-343-2577445,
E-mail: Gordeev.V@ursmu.ru

Уважаемые коллеги!

ООО «Союз маркшейдеров России», НП «СРПП «Горное дело», Российское геологическое общество (РосГео), НОЧУ «ЦДО «Горное образование» при участии Ростехнадзора приглашают Вас принять участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование», Крым, г. Ялта, которая пройдет 21 сентября - 26 сентября 2015 года.

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.

Ориентировочная стоимость оргвзноса 42 500 руб.

С тематикой конференции, контрольными сроками и порядком оформления участия в конференции можно ознакомиться на сайте www.twork.su, www.gorobr.ru или по тел. (495) 641-00-45.

Редакция «МВ»

УДК: 528.344:629.783

Н.К.Шендрик, М.Н.Шендрик

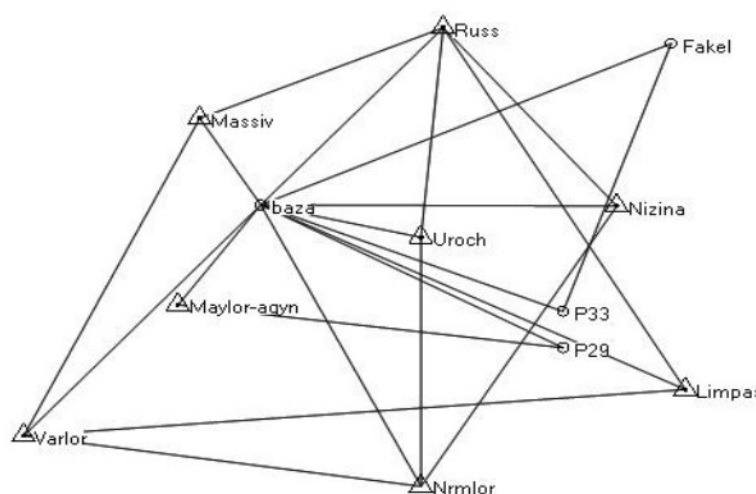
ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ ПУНКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ВЫСОКОТОЧНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ КООРДИНАТ ПО СПОСОБУ ИТЕРАЦИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «РУССКИНСКОЕ» ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ»

Выполнена оценка точности положений пунктов локальной геодезической сети, включающей 8 пунктов триангуляции 2 и 3 классов в местной системе координат. Оценка точности основана на применении методики высокоточной реконструкции по способу итераций с использованием спутниковых измерений. По результатам работы даны рекомендации о необходимости переопределения каталога координат пунктов, расположенных в пределах территории месторождения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оценка точности; локальная геодезическая сеть; местная система координат; реконструкция координат пунктов и высот; способ итераций.

С целью обеспечения геодезической привязки пункта базовой станции на территории нефтяного месторождения ОАО «Сургутнефтегаз» были произведены спутниковые измерения на 8 исходных, 1 определяемом пункте государственной геодезической сети и 2 вспомогательных пунктах. Спутниковые измерения были спланированы таким образом, чтобы геодезическая сеть состояла из независимых базовых линий. Продолжительность сеансов измерений на каждом пункте составляла 1 час. В работе были использованы спутниковые приемники GB-1000 и приемники Triumph-1. В результате вычисления базовых линий получена спутниковая геодезическая сеть, схема которой показана на рис.1. Обработка спутниковых измерений производилась в программе «Trimble Business Center».

Отчет об обработке базовых линий приведен в табл.1, а результаты замыкания полигонов – в табл.2.



**Рис.1. Схема спутниковой геодезической сети
Δ - исходные пункты ГГС; о - определяемые и
вспомогательные пункты сети**

Таблица 1

Отчет об обработке базовых линий

Измерение	От	До	Тип решения	П. Точн. (Метр)	В. Точн. (Метр)	Элл. расстояние (Метр)
baza-Massiv (B6)	baza	Massiv	Фиксированное	0.004	0.014	3914.823
baza-Maylor-agyn (B7)	baza	Maylor-agyn	Фиксированное	0.006	0.008	4778.259
baza-Varlor (B2)	baza	Varlor	Фиксированное	0.009	0.025	12026.311
baza-Nizina (B32)	baza	Nizina	Фиксированное	0.005	0.017	12182.059
Nizina-Russ (B31)	Nizina	Russ	Фиксированное	0.012	0.016	9070.774
baza-Uroch (B18)	baza	Uroch	Фиксированное	0.006	0.022	5628.714
Uroch-Nrmlor (B25)	Uroch	Nrmlor	Фиксированное	0.009	0.013	9578.363
baza-Russ (B10)	baza	Russ	Фиксированное	0.011	0.016	9232.075
baza-Limpas (B11)	baza	Limpas	Фиксированное	0.019	0.028	16175.162
baza-Nrmlor (B12)	baza	Nrmlor	Фиксированное	0.010	0.015	12147.718
Nrmlor-Varlor (B19)	Nrmlor	Varlor	Фиксированное	0.014	0.021	13721.320
Massiv-Varlor (B5)	Massiv	Varlor	Фиксированное	0.011	0.034	13612.314
Russ-Limpas (B22)	Russ	Limpas	Фиксированное	0.019	0.028	16193.976
baza-Russ (B23)	baza	Russ	Фиксированное	0.010	0.014	9232.076
Varlor-Limpas (B13)	Varlor	Limpas	Фиксированное	0.021	0.033	22692.209
Uroch-Russ (B17)	Uroch	Russ	Фиксированное	0.012	0.016	8095.818
Russ-Massiv (B27)	Russ	Massiv	Фиксированное	0.008	0.023	9022.172
Nizina-Nrmlor (B30)	Nizina	Nrmlor	Фиксированное	0.008	0.032	12691.563

Таблица 2

Результаты замыкания полигонов

Сторон в полигоне: 3
 Число контуров: 18
 Число принятых: 12
 Число ошибочных: 6

	Длина, м	ΔВ плане м	ΔПо выс. м	PPM
Критерии пригодности		0.050	0.050	
Наилучшая		0.002	0.003	0.102
Наихудший		0.054	-0.094	3.712
Среднее по полигонам	31013.053	0.017	0.037	1.424
Стандартная ошибка	8186.944	0.050	0.012	0.966

Как видно из табл.1, диапазон длин базовых линий сети находится в интервале 4.8-22.7 км, предвычисленная точность в плане составила менее ± 2.2 см, по высоте – ± 3.5 см, что указывает на удовлетворительную точность вычисления базовых линий. В отношении невязок в замкнутых фигурах сети ситуация менее благоприятная. Для шести из восемнадцати фигур невязки превысили заданный критерий в 5 см. Из них в плане только в одном контуре невязка превысила допустимое значение, а по высоте шесть наибольших невязок находятся в интервале ± 5.1 -9.4 см. Это может указывать на возможные ошибки измерения наклонных высот антенн.

На последнем этапе камеральной обработки

предполагалось выполнить полностью ограниченное уравнивание с включением всех или части исходных пунктов ГГС и получить координаты и высоту базовой станции в местной системе координат (МСК). Однако на этом этапе возникла нетипичная ситуация. Средние квадратические погрешности (СКП) вычисления координат и высоты базовой станции превысили ± 0.5 м, СКП вычисления высоты для пункта Nrmlor (высота пункта в каталоге отсутствовала) – более ± 0.9 м, а СКП центрирования и измерения высоты антенны в целом для сети составили ± 0.57 м. Последующие варианты уравнивания показали, что исходные координаты пунктов ГГС 2 и 3 классов в МСК действительно не согласуются между собой на величины погрешностей до ± 1.5 м в плане. По высоте ситуация оказалась на порядок величин более благоприятной. Такая точность для пунктов ГГС не совместима с требованиями Инструкции [1].

В создавшемся положении, с целью более детального анализа ситуации и дискретной оценки точности координат и высот пунктов ГГС, была применена методика высокоточной реконструкции по способу итераций [2, 3]. Результаты выполненной работы представлены ниже в виде таблиц и графиков. В таблицах 3-5 показан итерационный процесс приближения приращений координат и высот пунктов к некоторым асимптотическим значениям порядка ± 3 -4 см, которые фактически и характеризуют точность построения данной спутниковой сети. Приращения координат и высот определяемых пунктов на первой итерации отсутствуют по причине их неизвестных начальных (в каталоге) значений. Всего было сделано 11 итераций.

Таблица 3

Изменение приращений абсцисс пунктов в процессе итераций (в сантиметрах)

Номер п/п	Название пункта	Номер итерации									
		1	2	3	4	5	6	7	...	11	
1	baza	-	-11.9	5.7	-4.7	3.3	-2.5	1.9		0.6	
2	Fakel	-	-5.6	-4.9	1.3	-1.4	1.1	-1.0		-0.6	
3	Limpas	-133.5	66.6	-41.0	27.9	-19.5	13.7	-9.6		-2.3	
4	Massiv	10.1	27.1	-20.6	14.5	-10.0	6.9	-4.8		-1.1	
5	Malor-agn	-144.2	0.2	-13.2	6.9	-5.6	3.9	-2.9		-0.9	
6	Nizina	-64.0	82.3	-56.5	42.0	-30.4	22.2	-16.2		-4.6	
7	Nrmlor	187.3	-79.2	56.8	-40.2	29.6	-21.6	15.8		4.5	
8	Russ	43.6	-61.9	51.9	-37.1	26.9	-19.3	13.9		3.7	
9	Uroch	-143.6	76.3	-50.4	37.7	-27.1	19.8	-14.4		-4.0	
10	Varlor	44.0	13.0	-11.9	10.4	-8.6	7.0	-5.6		-2.1	
	Минимум	-144.2	-79.2	-56.5	-40.2	-30.4	-21.6	-16.2		-4.6	
	Максимум	187.3	82.3	56.8	42.0	29.6	22.2	15.8		4.5	
	Среднее	-25.0	10.7	-8.4	5.9	-4.3	3.1	-2.3		-0.7	
	СКП	117.9	54.8	38.6	27.9	20.2	14.7	10.6		3.0	

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Таблица 4

Изменение приращений ординат пунктов в процессе итераций (в сантиметрах)

Номер п/п	Название Пункта	Но м е р и т е р а ц и и								
		1	2	3	4	5	6	7	...	11
1	baza	-	- 1.3	2.7	- 2.1	1.7	-1.3	0.9		0.2
2	Fakel	-	20.2	- 9.6	7.9	- 5.3	3.7	-2.5		-0.5
3	Limpas	165.4	-27.1	8.4	- 3.5	1.9	-1.0	0.5		0.0
4	Massiv	-84.4	16.2	- 5.2	3.4	- 2.6	2.0	-1.6		-0.5
5	Malor-agn	-21.8	- 5.4	1.1	1.1	- 1.1	1.0	-0.9		-0.2
6	Nizina	46.9	-21.2	17.7	-14.0	10.6	-8.0	6.0		1.8
7	Nrmlor	-51.4	23.6	-21.0	15.3	-11.9	9.0	-6.8		-2.1
8	Russ	-23.7	27.1	-19.6	14.2	-10.1	7.2	-5.1		-1.4
9	Uroch	-44.3	-23.4	16.3	-12.6	9.2	-6.8	5.0		1.5
10	Varlor	73.5	-35.7	21.2	-15.7	11.5	-8.6	6.3		1.9
	Минимум	-84.4	-35.7	-21.0	-15.7	-11.9	-8.6	-6.8		-2.1
	Максимум	165.4	27.1	21.2	15.3	11.5	9.0	6.3		1.9
	Среднее	7.5	- 2.7	1.2	- 0.6	0.4	-0.3	0.2		0.1
	СКП	82.2	23.4	15.0	11.2	08.3	6.1	4.5		1.3

Таблица 5

Изменение приращений высот пунктов в процессе итераций (в сантиметрах)

Номер п/п	Название пункта	Но м е р и т е р а ц и и						
		1	2	3	4	5	6	7
1	baza	-	-1.0	1.0	-1.2	1.3	-1.4	1.5
2	Fakel	-	-1.7	-1.7	2.3	-2.6	2.8	-2.9
3	Limpas	-11.2	-1.9	3.5	-4.3	4.8	-5.1	5.4
4	Massiv	0.6	-3.1	2.4	-1.8	1.5	-1.4	1.4
5	Malor-agn	-11.2	0.4	-1.2	1.2	-1.4	1.5	-1.6
6	Nizina	- 6.5	-2.9	3.1	-3.0	3.0	-3.2	3.4
7	Nrmlor	-	3.7	-4.5	5.1	-5.5	5.9	-6.2
8	Russ	- 7.1	6.3	-5.0	4.8	-4.8	4.9	-5.1
9	Uroch	27.8	-2.6	2.9	-2.8	2.9	-3.0	3.1
10	Varlor	- 6.6	2.1	-1.4	1.1	-0.9	0.8	-0.7
	Минимум	-11.2	-3.1	-5.0	-4.3	-5.5	-5.1	-6.2
	Максимум	27.8	6.3	3.5	5.1	4.8	5.9	5.4
	Среднее	- 2.0	-0.1	-0.1	0.1	-0.2	0.2	-0.2
	СКП	13.7	3.2	3.1	3.3	3.4	3.6	3.8

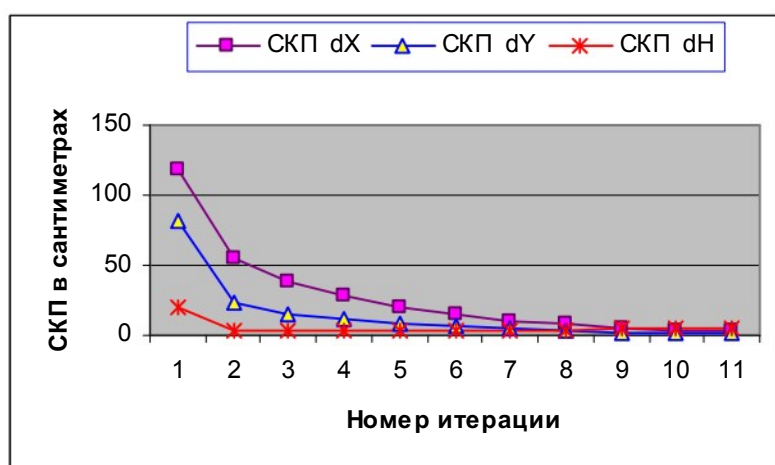


Рис.2. Графики изменения СКП приращений координат в процессе итераций

Динамика итерационного процесса также отображена на рис.2 в виде графиков изменения СКП приращений по каждой координате и высоте.

В результате реконструкции были получены значения координат и высот всех пунктов сети, в том числе и определяемых, которые стали согласованными с точностью спутниковых измерений в принятой МСК по методу наименьших квадратов (МНК). Разности между результатами из реконструкции и данными из каталога фактически являются дискретными оценками погрешностей координат и высот пунктов. Они приведены ниже в таблице 6. Эта же информация представлена графически на рисунках 3-5 в виде поверхностей реальных деформаций координат и высот пунктов на территорию данного объекта.

Таблица 6

Оценки погрешностей координат и высот пунктов ГГС

Номер п/п	Название пункта	dX (м)	dY (м)	dH (м)
1	Limpas	- .924	1.444	- .082
2	Massiv	.247	- .717	- .005
3	Malor-agn	-1.541	- .257	- .126
4	Nizina	- .157	.362	- .057
5	Nrmlor	1.437	- .412	- .061
6	Russ	.137	- .085	- .065
7	Uroch	- .973	- .581	.287
8	Varlor	.498	.506	- .056
	Минимум	-1.541	- .717	- .126
	Максимум	1.437	1.444	.287
	Среднее	- .160	.032	- .021
	СКП	.955	.713	.129

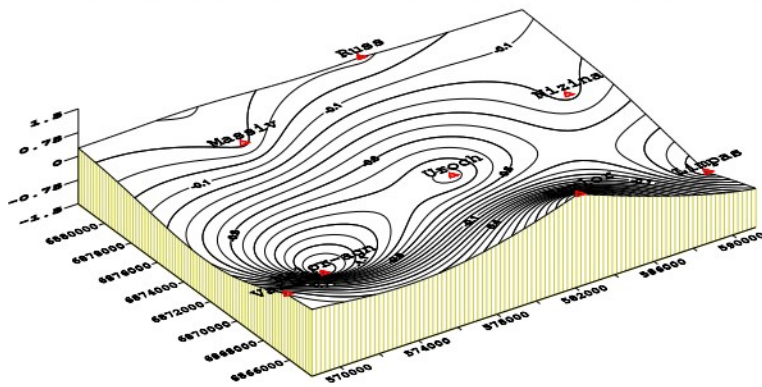


Рис.3. Поверхность оценок погрешностей аппликат пунктов ГГС (в метрах)

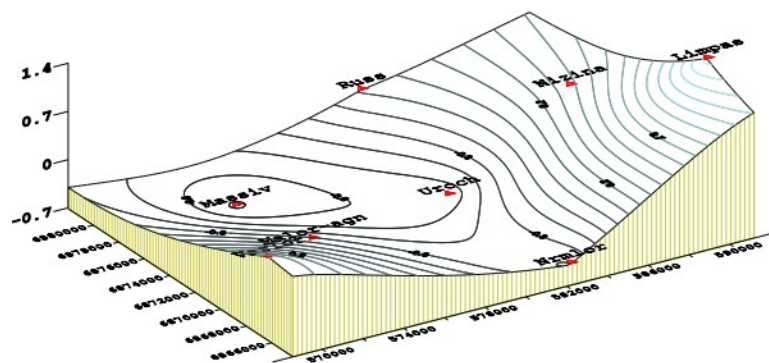


Рис.4. Поверхность оценок погрешностей ординат пунктов ГГС (в метрах)

В процессе анализа ситуации, сложившейся на объекте, можно предположить несколько версий причин столь значительных погрешностей в координатах пунктов ГГС 2 и 3 класса на сравнительно небольшой по площади территории. Теоретически, таковыми могут быть последствия техногенного влияния вследствие интенсивных выработок нефти на территории месторождения, некачественная закладка геодезических центров в условиях вечной мерзлоты, использование ложных центров пунктов, на которых производились спутниковые измерения. Но тогда, очевидно, во всех

перечисленных случаях изменения коснулись бы и отметок пунктов. Но это не подтверждается. Поэтому наиболее вероятной причиной, скорее всего, может являться человеческий фактор при создании каталога в СК-42 или на этапе его преобразования в МСК.

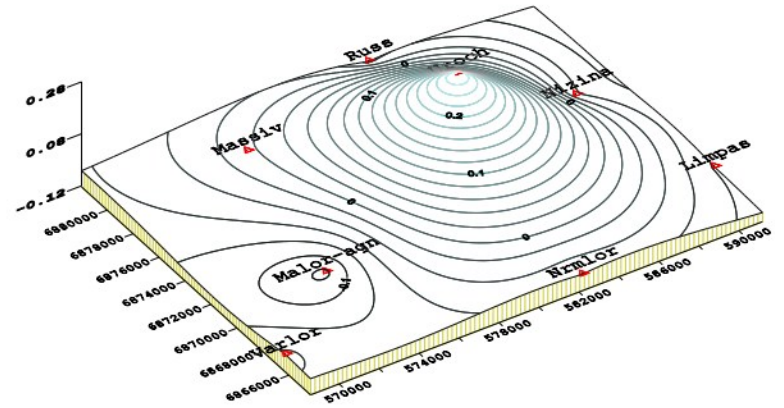


Рис. 5. Поверхность оценок погрешностей высот пунктов ГГС (в метрах)

Из данной ситуации существует два возможных выхода: или мириться с таким положением и постоянно иметь проблемы, или признать результаты реконструкции существующей системы координат на основе спутниковых измерений и переопределить соответствующую часть каталога в МСК, как это регламентируется в Руководстве [4].

В заключение дополнительно отметим, что методика реконструкции по спутниковым измерениям способом итераций позволяет любые «плохие» системы координат в пределах локальных и региональных геодезических сетей потенциально преобразовывать в высокоточные, а затем и устанавливать точные переходы во все иные высокоточные системы координат, в том числе в СК-2011 и ITRF.

Литература

1. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР // Издание второе, исправленное и дополненное. - М.: Недра, 1966, 343с.
2. Шендрик Н.К. Оценка точности и методика реконструкции координат пунктов спутниковой сети базовых станций Новосибирской области в системе координат СК-42 // Интерэкспо «ГЕО-Сибирь-2014». X Междунар. научн. конгр., 8-18 апреля 2014г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2-х томах. – Т. 2. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 104-112.
3. Шендрик Н.К. Способ итераций для высокоточной реконструкции координат пунктов локальных геодезических сетей // «Геопрофи». -2014. - № 5. –С. 44-48.
4. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03, М., ЦНИИГАиК, 2003.

Николай Кириллович Шендрик, зав. лабораторией кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ), г.Новосибирск, тел.8-913-739-55-17, E-mail: snk_aig@mail.ru;
Максим Николаевич Шендрик, инженер по космической геодезии, г.Новосибирск, тел. 8-913-728-46-85

С.П.Бахаева, Т.В.Михайлова

УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ МАРКШЕЙДЕРСКОГО КОНТРОЛЯ ГРУНТОВЫХ ДАМБ ПО ОТКЛОНЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ

Установлена точность маркшейдерского контроля грунтовой дамбы по отклонению коэффициента запаса устойчивости, назначенному из условия недопущения нарушения состояния предельного равновесия сооружения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: грунтовая дамба; критерий безопасности; маркшейдерский контроль; коэффициент запаса устойчивости; напряженно-деформированное состояние.



С.П.Бахаева



Т.В.Михайлова

В общем виде напряженно-деформированное состояние грунтовых сооружений определяется влиянием на них нагрузок и воздействий природного и техно-

генного характера, что приводит к формированию в откосной части дамбы потенциальной поверхности скольжения, расчетный коэффициент запаса устойчивости k_f (рис.1) которой представляет в общем ви-

де функцию истинных значений аргументов:

$$k_f = F(C, \varphi, \gamma, \delta, S, \alpha, l, H^B, h^B), \quad (1)$$

где C, φ, γ - соответственно сцепление (МПа), угол внутреннего трения (град.) и плотность (т/м^3) грунта; δ - угол откоса дамбы (град.); S и l - соответственно площадь (м^2) и длина поверхности скольжения (м) элементарного блока; α_i - угол наклона (град.) касательной к поверхности скольжения в середине блока; H^B - высота (м) подтопления откоса (вертикальное расстояние от подошвы дамбы до уровня воды со стороны откоса); h^B - высота (м) обводненной части в блоке (вертикальное расстояние от поверхности скольжения до уровня поверхности депрессии).

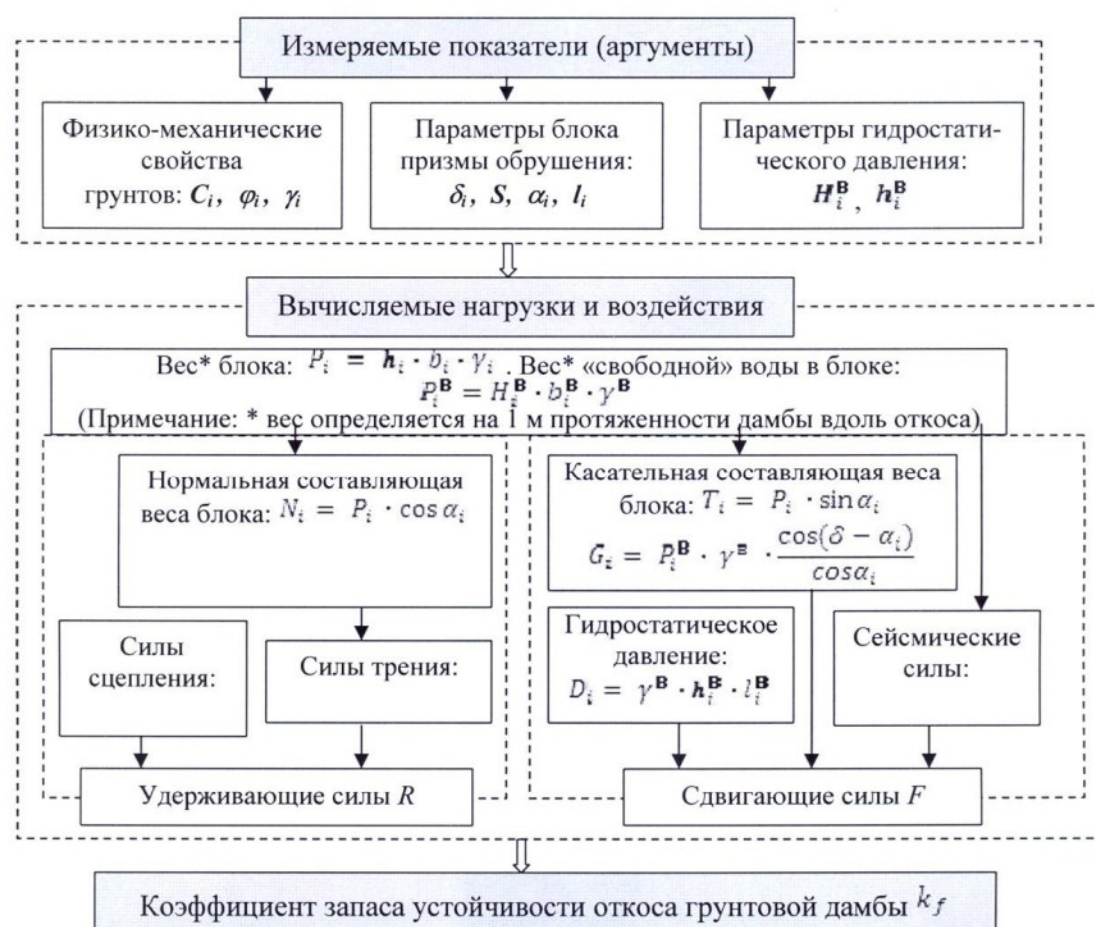


Рис.1. Алгоритм расчета коэффициента запаса устойчивости грунтовой дамбы

Минимальное изменение нормативного коэффициента запаса устойчивости k_s , устанавливаемого по СП 58.13330.2012 [1], при повышении на один класс ответственности сооружения либо переходе этого сооружения в состояние предельного равновесия, составляет 5%, в этой связи в качестве основного критерия безопасности грунтовой дамбы принято предельное отклонение коэффициента запаса устойчивости от нормативного значения $\Delta k = 0,05$ [2].

Влияние погрешностей измеренных аргументов

($C, \varphi, \gamma, \delta, S, \alpha, l, H^B, h^B$) на погрешность функции k_f (1) установлено путем составления ряда частных значений функций и подстановки в них непосредственно измеренных значений аргументов, при этом число измерений каждого аргумента j в формуле (1) принято одинаковым. Разложив полученные функции в ряд по строке Тейлора, и ограничиваясь, ввиду малости истинных погрешностей аргументов, первыми членами ряда, получена следующая система уравнений:

$$\left[\begin{array}{l} \Delta' = \frac{\partial F}{\partial C} \Delta'_c + \frac{\partial F}{\partial \varphi} \Delta'_\varphi + \frac{\partial F}{\partial \gamma} \Delta'_\gamma + \frac{\partial F}{\partial \delta} \Delta'_\delta + \frac{\partial F}{\partial S} \Delta'_S + \\ \quad + \frac{\partial F}{\partial \alpha} \Delta'_\alpha + \frac{\partial F}{\partial l} \Delta'_l + \frac{\partial F}{\partial H^B} \Delta'_{H^B} + \frac{\partial F}{\partial h^B} \Delta'_{h^B}; \\ \Delta'' = \frac{\partial F}{\partial C} \Delta''_c + \frac{\partial F}{\partial \varphi} \Delta''_\varphi + \frac{\partial F}{\partial \gamma} \Delta''_\gamma + \frac{\partial F}{\partial \delta} \Delta''_\delta + \frac{\partial F}{\partial S} \Delta''_S + \\ \quad + \frac{\partial F}{\partial \alpha} \Delta''_\alpha + \frac{\partial F}{\partial l} \Delta''_l + \frac{\partial F}{\partial H^B} \Delta''_{H^B} + \frac{\partial F}{\partial h^B} \Delta''_{h^B}; \\ \dots \\ \Delta^{(j)} = \frac{\partial F}{\partial C} \Delta^{(j)}_c + \frac{\partial F}{\partial \varphi} \Delta^{(j)}_\varphi + \frac{\partial F}{\partial \gamma} \Delta^{(j)}_\gamma + \frac{\partial F}{\partial \delta} \Delta^{(j)}_\delta + \frac{\partial F}{\partial S} \Delta^{(j)}_S + \\ \quad + \frac{\partial F}{\partial \alpha} \Delta^{(j)}_\alpha + \frac{\partial F}{\partial l} \Delta^{(j)}_l + \frac{\partial F}{\partial H^B} \Delta^{(j)}_{H^B} + \frac{\partial F}{\partial h^B} \Delta^{(j)}_{h^B}. \end{array} \right] \quad (2)$$

Из системы уравнений (2) следует, что истинная погрешность функций (Δ' , Δ'' , ... $\Delta^{(j)}$) для ряда измеренных аргументов определяется суммой произведений частных производных по этим аргументам на истинную случайную погрешность измерения этого аргумента. Изменения частных производных в пределах изменения аргументов не окажет существенного влияния на погрешность функции k_f (1), поэтому для практических расчетов в формулу (2) вместо истинных значений аргументов могут быть подставлены их измеренные значения.

Приняв в качестве истинной случайной погрешности функции k_f (1) основной критерий безопасности грунтовой дамбы – предельное отклонение коэффициента запаса устойчивости от нормативного значения $\Delta k=0,05$, определили максимально допустимые отклонения (истинные случайные погрешности) измеренных аргументов, при которых не будет допущен «переход» грунтовой дамбы в состояние предельного равновесия.

Влияние групп аргументов (физико-механические свойства грунтов – C , φ , γ ; параметры призмы возможного обрушения – δ , S , α , l и параметры гидростатического давления – H^B , h^B) на значение функции k_f (1) (коэффициент запаса устойчивости) проанализировано на примере идеальной модели грунтовой дамбы со следующими параметрами: высота – от 5 до 65 м; коэффициент заложения откоса – от 1,0 до 4,0; отметка зеркала воды – от 1/3 высоты подтопления откоса до максимального подпорного уровня (МПУ).

В результате модельного эксперимента установлено [2], что наиболее значимым аргументом из группы физико-механических свойств является сцепление грунтов [3], при уменьшении этого показателя относительно расчетного значения всего на 3,1% ($\Delta C=-0,0014$ МПа) снижение коэффициента запаса устойчивости достигает критериального значения $\Delta k=0,05$. Вместе с тем следует отметить, что в процессе эксплуатации происходит консолидация грунтов, увеличиваются их сцепление и угол внутреннего трения, что обычно оказывает положительное влияние на устойчивость дамбы.

Следующая группа аргументов в функции k_f (1) – параметры призмы возможного обрушения (δ , S , α и l) определяются через геометрические параметры

дамбы и положение наиболее напряженной поверхности скольжения в откосе, погрешность которых обусловлена погрешностью маркшейдерской съемки, нанесением результатов этой съемки на план, а также погрешностями построения расчетного профиля и измерения на профиле параметров дамбы и призмы возможного обрушения. В результате моделирования грунтовой дамбы установлено [2], что отклонение коэффициента запаса устойчивости от нормативного значения не превысит 5% ($\Delta k=0,05$) при увеличении угла откоса $\Delta \delta$ на 8° или высоты дамбы ΔH на 2,9 м. Фактическая погрешность маркшейдерской съемки (в масштабе 1:2000) значительно меньше полученных отклонений ($\Delta \delta$, ΔH), поэтому можно считать, что погрешности определения геометрических параметров дамбы ($\Delta \delta$, ΔS , $\Delta \alpha$, Δl) не окажут существенного влияния на значение коэффициента запаса устойчивости.

Такие аргументы в функции k_f (1), как параметры гидростатического давления H^B и h^B , являются интегральными показателями, определяющими суммарное влияние гидростатического взвешивания и гидродинамического давления на призму возможного обрушения, которые проявляются как гидростатическое давление, распределенное по нормали к поверхности скольжения, и уменьшающее нормальную составляющую, не оказывая существенного влияния на касательную. Воздействие гидростатического давления на каждый элемент грунтовой дамбы, расположенный в контуре фильтрационного потока ниже уровня кривой депрессии, зависит от подтопления откоса (уровня воды в накопителе) и пьезометрических напоров в теле и основании сооружения. Исследование влияния параметров гидростатического давления на модели грунтовой дамбы показало [2], что истинные случайные погрешности определения высоты подтопления откоса и, соответственно, положения кривой депрессии в теле дамбы Δ_{h^B} , при которых отклонение коэффициента запаса устойчивости от нормативного значения не превысит 5% ($\Delta k=0,05$), составляют $0,2 \div 0,5$ м ($1 \div 2\%$ от высоты дамбы) и являются наиболее «чувствительными» аргументами, отрицательно влияющими на значение функции k_f (1).

В этой связи, исходя из условия недопущения наступления предельного состояния грунтовой дамбы, в качестве критерия мониторинга ее напряженно-деформированного состояния принято минимальное значение случайной погрешности определения высоты подтопления откоса Δ_{h^B} и уровня воды в теле дамбы Δ_{h^B} , при которых отклонение коэффициента запаса устойчивости от нормативного значения не превысит 5%, – $K1=200$ мм. Тогда, с учетом принятого критерия безопасности (200 мм), средняя квадратическая погрешность определения высоты подтопления откоса и уровня воды в теле грунтовой дамбы не должна превышать 100 мм (при $P=0,95$).

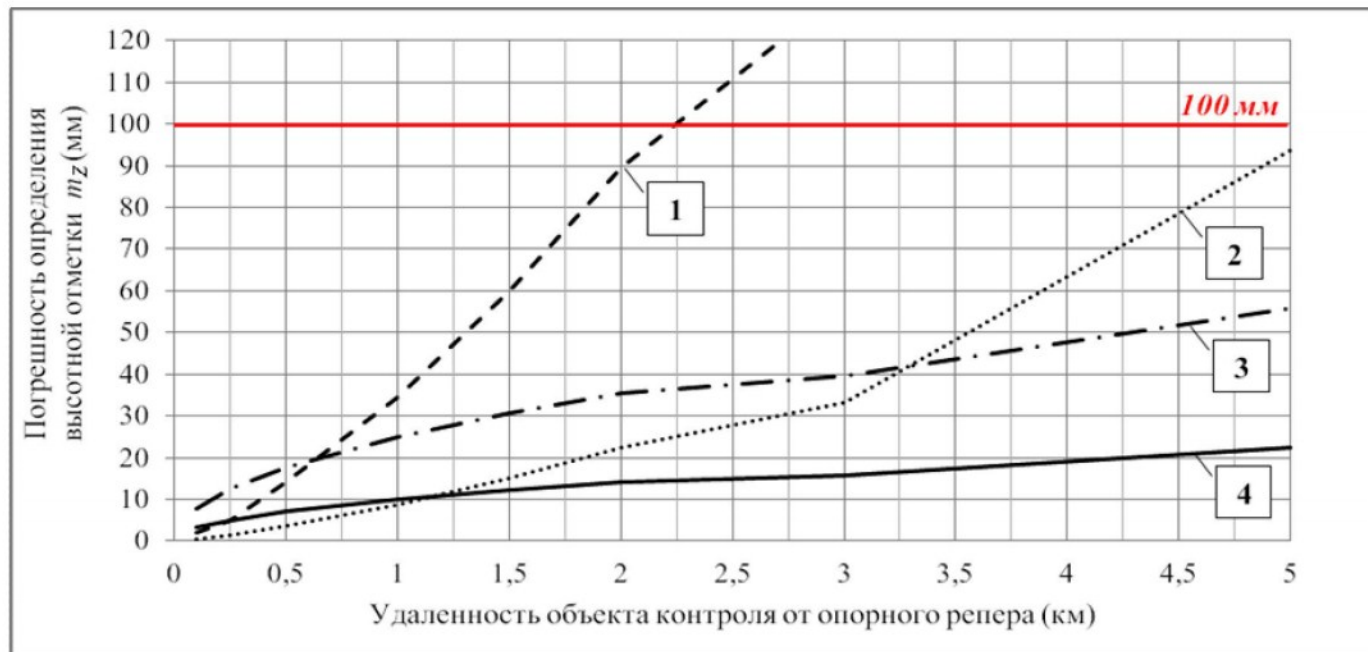
Фактически высоту подтопления откоса дамбы определяют путем замера уровня воды в накопителе по водомерной рейке, отметку «нуля» которой «привязывают» к опорному реперу, закрепленному вблизи дамбы, или пункту маркшейдерской опорной сети.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Положение кривой депрессии (уровень воды) в теле и основании грунтовой дамбы вычисляют через отметку устьев пьезометров и глубину воды, замеряемую лот-свистком или хлопушкой по пьезометрам.

Исходя из допустимых невязок хода (см. таблицу) [4], выполнен предрасчет средней квадратической

погрешности (СКП) определения высотной отметки «нуля» водомерной рейки и среза пьезометра при их удалении относительно опорного репера на расстояние от 0,1 до 5,0 км, результаты которого представлены кривыми связи (рис.2).



- 1 – тригонометрическое нивелирование оптическим теодолитом; 3 – техническое нивелирование;
 2 – тригонометрическое нивелирование электронным тахеометром; 4 – нивелирование IV класса

Рис.2. Зависимость погрешности определения «нуля» водомерной рейки и устья пьезометра от удаленности от опорного репера

Таблица

Требования к точности нивелирования (при определении высотных отметок)

Условия нивелирования	Тригонометрическое нивелирование	Техническое нивелирование	Геометрическое нивелирование IV класса
Допустимая длина визирного луча (м)	определяется характеристиками прибора, но не более 1000	150	150
Оптимальная длина визирного луча (м)	300 – 400	100	100
Допустимая длина хода (км), не более	2,5 (оптический теодолит) и 10 (электронный тахеометр)	не регламентирована	50
Методика определения превышения	в прямом и обратном направлениях	в одном направлении между исходными реперами (допускаются висячие ходы в прямом и обратном направлениях)	в одном направлении между исходными реперами
Допустимая невязка хода (мм)	$0,04 \cdot L \cdot \sqrt{n}$ (оптический теодолит) и $0,01 \cdot L \cdot \sqrt{n}$ (электронный тахеометр)	$50 \cdot \sqrt{L}$	$20 \cdot \sqrt{L}$
Примечание:	L – длина хода (м); n – число сторон	L – длина хода (км)	

Анализ построенных кривых (рис.2) показывает, что при удаленности водомерной рейки или пьезометра от опорного репера на расстояние до 2,2 км может использоваться любой метод (тригонометрическое нивелирование, техническое и геометрическое

нивелирование IV класса) определения высотной отметки [5]. При большем удалении объекта контроля от опорного репера предпочтение следует отдать техническому нивелированию, как наиболее производительному и обеспечивающему требуемую точность

($m_z^B = 100$ мм) определения высотной отметки «нуля» водомерной рейки или устья пьезометра, что позволит не допустить превышения критериального значения уровня воды в емкости накопителя $K1=200$ мм.

Таким образом, методика маркшейдерского контроля при мониторинге безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий обеспечивается геодезическими методами, точность которых определяется критериями, установленными из недопущения нарушения состояния предельного равновесия грунтовой дамбы.

Литература

1. СП 58.13330.2012. Гидротехнические сооружения. Основные положения (Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003).

2. Михайлова Т.В. Обоснование точности маркшей-

дерского мониторинга грунтовых дамб накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий : дис. ...канд. техн. наук : 25.00.16 : защищена 12.12.2013 / Т.В.Михайлова. – Кемерово, 2013. – 184 с.

3. Бахаева С.П. Исследование влияния физико-механических свойств грунтов на устойчивость дамбы / С.П.Бахаева, Д.В.Гурьев, Т.В.Михайлова // Маркшейдерский вестник. – 2013. – № 5. – С. 5–8.

4. Инструкция по производству маркшейдерских работ: РД 07-603-03 (утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 06.06.2003 № 73).

5. Методическое руководство по геодезическому (маркшейдерскому) контролю при мониторинге безопасности грунтовых дамб накопителей жидких отходов промышленных предприятий / КузГТУ; Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР». – Кемерово, 2014. – 46 с.

Светлана Петровна Бахаева, д-р. техн. наук, проф. каф. МДКиГ (КузГТУ), тел.: (8-3842) 39-63-85, E-mail: baxaevas@mail.ru;
Татьяна Викторовна Михайлова, канд. техн. наук, зав. сектором мониторинга безопасности ГТС Новационной фирмы "КУЗБАСС-НИИОГР", тел. (8-3842) 523356, E-mail: mtv@kuzbass-niioгр.ru

УДК 622:681

И.И.Ерилова

ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН «ГЕОДЕЗИЯ» И «МАРКШЕЙДЕРИЯ» СТУДЕНТАМИ ГОРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Выполнен краткий обзор разнообразных способов представления контента для целей дистанционного обучения, размещённых в интернете. Представлены аналитические аспекты эффективности применяемого автором метода дистанционного изучения дисциплин «Геодезия» и «Маркшейдерия» на примере авторских учебно-информационных сайта www.irina-erilova.narod.ru/ и канала www.youtube.com/c/ИринаЕрилова.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: учебный процесс; геодезия; маркшейдерия; лекции; интернет; сайт; видео; дистанционный метод.



Основополагающей законодательной базой электронного обучения в России является федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ (статьи 13, 16).

Пункт 2 статьи 13 гласит: «При реализации образовательных программ используются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии, электронное обучение». Наименование статьи 16: «Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» говорит само за себя, а её содержание окончательно юридически закрепляет статус электронного обучения.

Кроме того, приказами Министерства образования и науки РФ от 9 января 2014 г. №2 и от 20 января 2014 №20 определены «Порядок применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» и «Перечень профессий и специальностей среднего образования, реализация

образовательных программ по которым не допускается с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий».

Дистанционный метод, как одна из форм технологических инноваций профессионального образования, общепризнанно находится в ряду востребованных современных технологий образовательного процесса. Тем более, что одной из основных задач новой концепции федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 гг., принятой Постановлением Правительства РФ в январе 2015, определено создание и распространение структурных и технологических инноваций в профессиональном образовании.

Главной сложностью онлайн-обучения в нашей стране некоторые эксперты называют его отсутствие.

Например, в программе общеизвестных открытых он-лайн-курсов Mass Open Online Courses (МООС) более 700 наименований, в ней принимают участие сотни университетов и институтов более 20 стран мира. К программе привлечены три Российских университета: Высшая школа экономики, МФТИ и Санкт-Петербургский госуниверситет. К сожалению, на русском языке у МООС только 28 курсов.

С 2014 г. в России начала формироваться ана-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

логичная отечественная система доступного он-лайн-обучения – Universitarium, ориентированная на интеграцию в общую мировую образовательную систему. Пока в её составе только 35 курсов гуманитарных дисциплин от лучших учебных заведений высшей педагогической школы: МГУ, РГГУ, МАДИ, ВГИКа и ряда других.

Приведённая статистика относится к «бесплатному» образованию (стоимость оригинала верифицированного сертификата составляет 50-100 долл. США).

Количество электронных образовательных бизнес-моделей по всем отраслям знания – тысячи, в том числе и в рунете (на территории РФ, русскоязычных).

Используя коммуникационные возможности, предоставленные «всемирной паутиной» – интернетом, в современном мире можно транслировать в общедоступную сеть любой образовательный контент в различных медиа-форматах (в меру компетенции и экономического потенциала авторов трансляции). Здесь, помимо собственно содержания, привлекательность и эффективность во многом определяются, в частности, его эстетическими и технологическими параметрами.

Учитывая, что в упомянутый выше перечень

профессий и образовательных программ, по которым не допускается обучение с использованием исключительно дистанционных образовательных технологий, включены «прикладная геодезия» и «маркшейдерия» (по понятным причинам), автором разработан и применяется в практической деятельности инновационный метод обучения, позволяющий совмещать элементы электронного образования с традиционными академическими технологиями.

С целью освоения технологических образовательных инноваций для решения задач по совершенствованию учебного процесса подготовки горных инженеров, в июне 2012 г. автором созданы в сети два базисных ресурса (рис. 1):

- учебно-информационный сайт «Учебник маркшейдера и геодезиста» (<http://irina-erilova.narod.ru/>) и
- канал на видеохостинге YouTube (www.youtube.com/c/ИринаЕрилова).

Кроме того, два модуля: учебно-методическая литература и фотоальбомы - размещены на сервисах Яндекса (<https://yadi.sk/d/5yq9ZePjeHdyi> и <https://fotki.yandex.ru/users/irina-erilova>).



Рис. 1.

Главные аспекты применяемого инновационного метода, преимущества и недостатки подробно озвучены в докладе «Опыт использования интернет-пространства в учебном процессе на примере сайта «Учебник маркшейдера и геодезиста» на XXI Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2013» (размещён на авторском сайте; опубликован в журнале «Маркшейдерский вестник» №5, 2013; издан в Материалах II научно-практической конференции

Университета новых технологий, г.Киев, 10-13 июня 2013) и в докладе «Аналитические аспекты применения инновационной технологии подготовки специалистов горного профиля» на XXII Международном научном симпозиуме «Неделя горняка-2014» (опубликован в журнале «Маркшейдерский вестник» №3, 2014).

Аналогов уникального контента, размещённого в свободном доступе на сайте и канале – курсов видеолекций по дисциплинам «Геодезия» и «Маркшейде-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

рия», в настоящее время в рунете не существует.

Основные отличительные черты реализуемого проекта электронного обучения сводятся к следующим моментам.

Формирование контента видео-лекций и рекомендаций по практическим работам осуществляется с максимально возможной интенсификацией и предельной насыщенностью информацией. Качество визуального восприятия и усвоения материала при этом не ухудшается, поскольку у потребителя – студента – есть возможность приостановить просмотр в любое время и в любом интересующем его месте на неограниченный период.

Это одно из достоинств электронного обучения: возможность персональной дифференцированности продолжительности усвоения информации в зависимости от предшествующей подготовки и личных качеств обучаемого, регулируемая самим студентом. Другими словами, разным людям для понятия одного и того же явления необходимо разное время, а, при традиционной методике обучения, лектор, как правило, ориентируется на «среднего» студента. Последствия очевидны: «отличникам» не интересно, «неуспевающие» не успевают, и им тоже становится не интересно. Рассматриваемый вариант электронного обучения лишен этого недостатка, более того, даёт возможность просматривать один и тот же материал сколько угодно раз и безвозмездно копировать его в личное пользование.

Помимо насыщения содержания видео-лекций текстовой информацией, большое внимание (и время), по ходу реализации проекта, уделяется дизайну текста, связанного с его внешним оформлением (визуализацией) и внутренним структурированием. Широко применяется анимация, что (по опыту автора) способствует концентрации внимания аудитории, а также используются фото и видео по соответствующей тематике, как авторские, так и размещённые в

свободном доступе в интернете. Например, в видео-лекции №1 (2015 г.) по дисциплине «Геодезия» задействован медиаресурс с более чем 40 сайтов.

В качестве эксперимента, в конце 2014 г., по настоятельным рекомендациям студенческой аудитории и подписчиков канала «Ирина Ерилова» в интернете 14 видео-лекций по геодезии и 2 практические работы по маркшейдерии оформлены звуковыми эффектами из YouTube Audio Library.

К текущему моменту времени электронный ресурс проекта состоит из пяти модулей: 78 видео-лекций и практических работ общей продолжительностью более 16 часов, в том числе созданные в 2014-2015 гг. – 31; 22 учебных и учебно-информационных фильма, смонтированные автором, общей продолжительностью около 2-х часов (9 в 2014 г.); 20 наименований учебно-методической литературы; 28 ссылок на размещённые в интернете видео-ролики по темам лекций, общей продолжительностью не многим менее 3-х часов; 28 тематических фотоальбомов, содержащих 795 снимков.

Общий электронный ресурс проекта на январь 2015 г. представлен в объёме около 60 GB.

Анализ статистики развития проекта за 2,5 года его существования демонстрирует неослабевающую заинтересованность пользователей к активному ознакомлению с его содержанием, что подтверждается оценками интернет-сообщества и студенческой аудиторией при личном общении. Применяемая электронная образовательная методика оказывает реальную помощь в изучении дисциплин «Геодезия» и «Маркшейдерия», а это, в конечном счёте, и является целью проекта.

Общее количество просмотров видеоматериала (электронного контента) за 2,5 года составило – 130179. Максимальное число просмотров в день – 515, среднесуточная посещаемость в 2014 г. – 171 (рис.2).

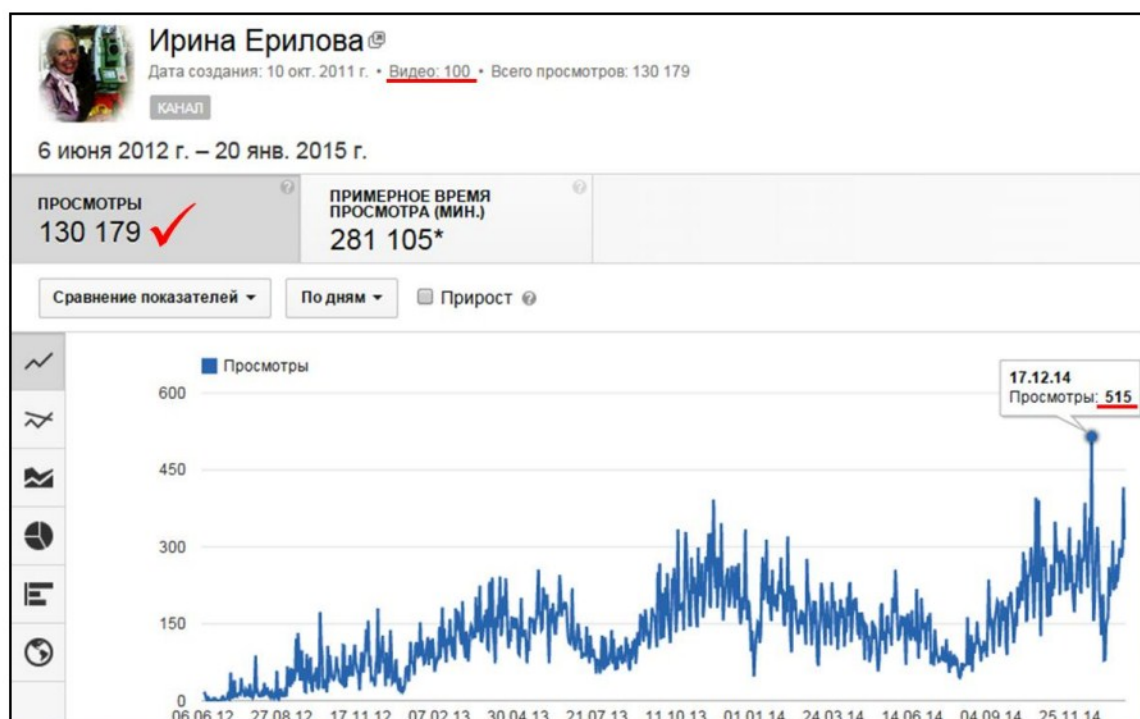


Рис.2

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Количество просмотров и время просмотра в 2014 г. по сравнению с 2013 г. (рис.3) несколько увеличились (на 15% и 23%), но, в данном случае, важнее то, что тренд интенсивности просмотров активно коррелирует с периодами аудиторного изучения дисциплин. Этот факт позволяет сделать вывод о качественном составе аудитории пользователей – в её основе учащиеся по соответствующим специальностям.

Косвенным подтверждением выполнения задачи электронной доставки информации целевой аудитории проекта может служить демографическая характеристика пользователей (рис.4).

О популярности электронных образовательных ресурсов по геодезии и маркшейдерии, используемых в проекте, свидетельствуют также следующие статистические показатели (по количеству пользователей):

- подписаны на канал – 331;
- воспользовались функцией «поделиться» – 110;
- добавили в избранное – 109;
- воспользовались функцией оценки:

- «понравилось» – 434;
- «не понравилось» – 25.

Определённый интерес проект представляет для зарубежных пользователей (рис.5) (выделены страны большой семёрки). Хотя бы один раз на видеоканале побывали посетители из 144 стран.

Трансляция контента проекта осуществляется встроенными проигрывателями на других сайтах, в том числе иностранных (рис.6).

Важным и, как показывает статистика, востребованным модулем проекта является электронная библиотека специальной и учебно-методической литературы. Формирование библиотеки осуществляется по мере развития проекта. В настоящий момент она представлена 20 наименованиями книг и брошюр в формате PDF, в том числе 16 авторских (526 страниц).

За время существования проекта общее число копирований («скачиваний») составило – 2190, в том числе авторских работ – 1358 (57458 страниц), кроме этого материалы просматривались 480 раз.

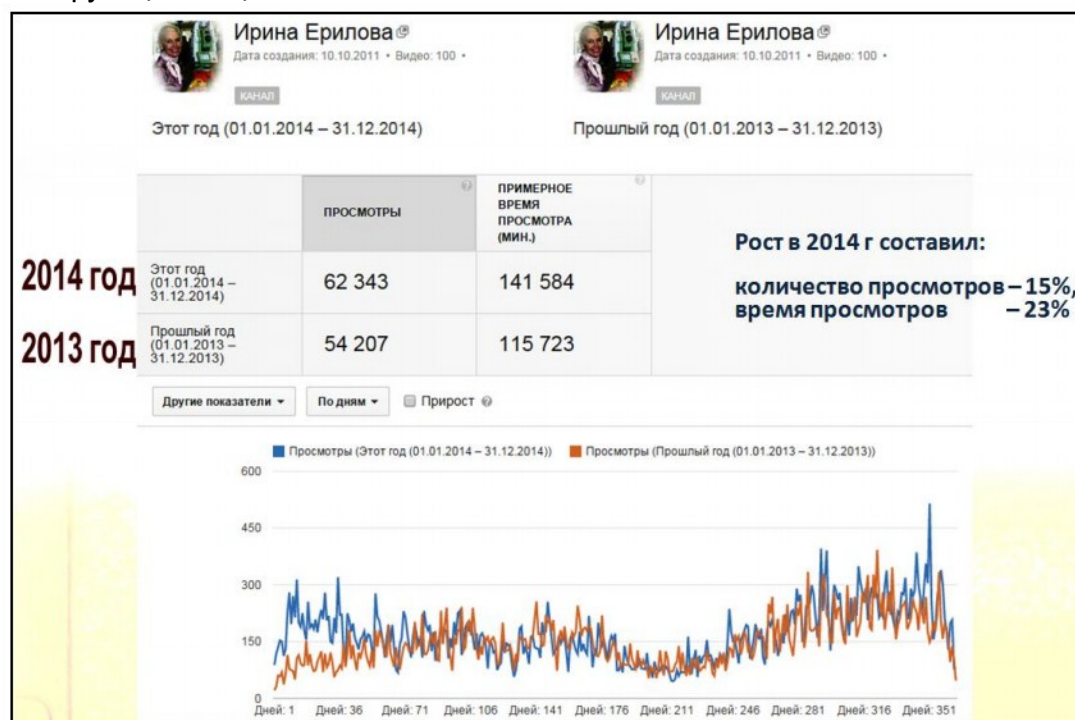


Рис. 3.

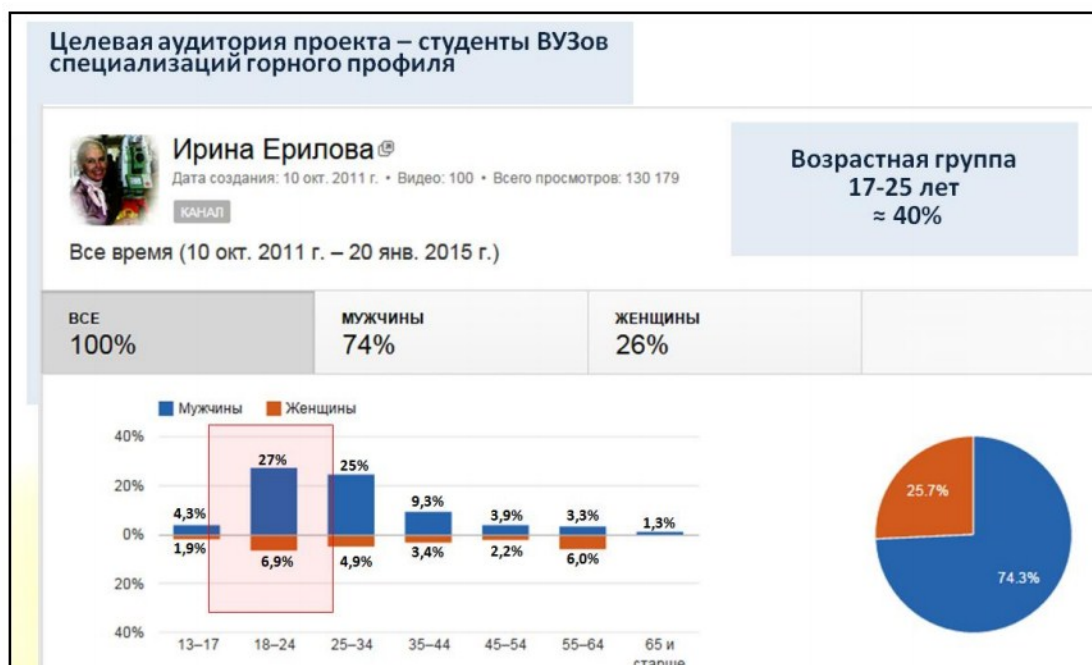


Рис. 4

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Местоположение	Просмотры	Местоположение	Просмотры	Местоположение	Просмотры	Местоположение	Просмотры
Россия	81 558 (53%)	Великобритания	137 (0,1%)	Румыния	32 (0,0%)	Македония	11 (0,0%)
Украина	20 403 (16%)	Италия	123 (0,1%)	Швейцария	32 (0,0%)	Колумбия	11 (0,0%)
Казахстан	9 182 (7,1%)	Финляндия	108 (0,1%)	ОАЭ	30 (0,0%)	Словения	10 (0,0%)
Беларусь	4 005 (3,1%)	Франция	107 (0,1%)	Австрия	30 (0,0%)	Тайвань	10 (0,0%)
Азербайджан	2 209 (1,7%)	Индия	101 (0,1%)	Чили	28 (0,0%)	Хорватия	9 (0,0%)
Киргизия	1 709 (1,3%)	Греция	92 (0,1%)	Эфиопия	27 (0,0%)	Тунис	9 (0,0%)
Молдова	1 148 (0,9%)	Бразилия	73 (0,1%)	Ирак	27 (0,0%)	Сирия	8 (0,0%)
Армения	884 (0,7%)	Норвегия	72 (0,1%)	Марокко	27 (0,0%)	Венесуэла	7 (0,0%)
Латвия	805 (0,6%)	Вьетнам	70 (0,1%)	Венгрия	25 (0,0%)	Катар	7 (0,0%)
Грузия	794 (0,6%)	Швеция	54 (0,0%)	Сингапур	22 (0,0%)	Туркменистан	7 (0,0%)
Германия	621 (0,5%)	Таиланд	53 (0,0%)	Ирландия	21 (0,0%)	Эквадор	7 (0,0%)
Эстония	609 (0,5%)	Португалия	52 (0,0%)	Малайзия	20 (0,0%)	Босния и Герцеговина	7 (0,0%)
Узбекистан	515 (0,4%)	Алжир	52 (0,0%)	Дания	20 (0,0%)	Иордания	6 (0,0%)
Неизвестный регион	507 (0,4%)	Мексика	49 (0,0%)	Япония	19 (0,0%)	Боливия	6 (0,0%)
Монголия	422 (0,3%)	Республика Корея	46 (0,0%)	ЮАР	19 (0,0%)	Пакистан	6 (0,0%)
Соединенные Штаты	394 (0,3%)	Нидерланды	45 (0,0%)	Словакия	18 (0,0%)	Оман	6 (0,0%)
Литва	368 (0,3%)	Ливия	43 (0,0%)	Филиппины	16 (0,0%)	Непал	5 (0,0%)
Израиль	347 (0,3%)	Бельгия	43 (0,0%)	Гватемала	15 (0,0%)	Черногория	5 (0,0%)
Болгария	327 (0,3%)	Кипр	43 (0,0%)	Аргентина	15 (0,0%)	Кувейт	5 (0,0%)
Таджикистан	258 (0,2%)	Индонезия	40 (0,0%)	Шри-Ланка	14 (0,0%)	Нигерия	5 (0,0%)
Чехия	190 (0,1%)	Перу	39 (0,0%)	Новая Зеландия	13 (0,0%)	Мальта	4 (0,0%)
Польша	157 (0,1%)	Саудовская Аравия	37 (0,0%)	Албания	13 (0,0%)	Гвинея	4 (0,0%)
Испания	144 (0,1%)	Австралия	36 (0,0%)	Коста-Рика	12 (0,0%)	Папуа – Новая Гвинея	4 (0,0%)
Канада	144 (0,1%)	Египет	35 (0,0%)	Камбоджа	12 (0,0%)	Афганистан	4 (0,0%)
Великобритания	137 (0,1%)	Сербия	33 (0,0%)	Гонконг	12 (0,0%)	Ямайка	4 (0,0%)

Рис. 5.

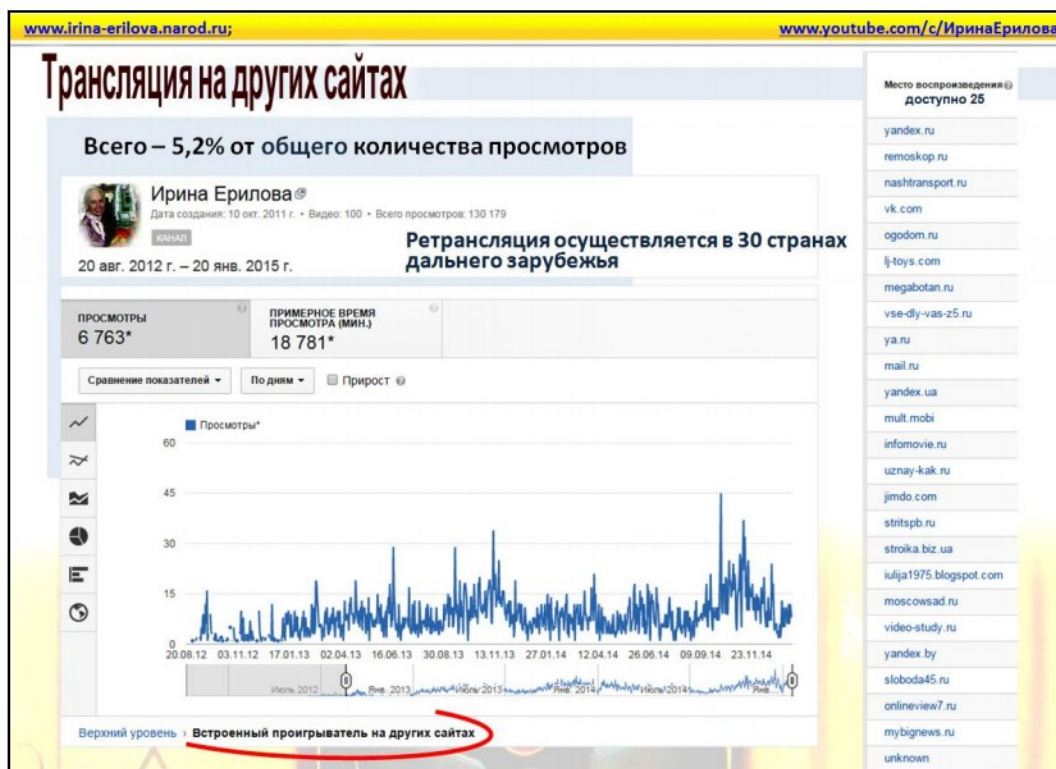


Рис.6.

Как отмечалось выше, модуль фотоальбомов представлен 28 наименованиями по различным тематикам (специализированные выставки, геодезические практики, научные симпозиумы и проч.) и содержит 795 фотоснимков. Число посещений (просмотров) – 8937 раз.

Подводя итог приведённого выше аналитического исследования проекта, следует отметить немаловажную, значимую в межуниверситетских масштабах, функциональную конкурентоспособную составляющую – привлечение потенциальных абитуриентов для обучения профессии горный инженер-маркшейдер.

Оценивая в целом 2,5-летний опыт применения электронного обучения дисциплинам «Геодезия» и «Маркшейдерия» параллельно с традиционной академической технологией и сравнивая результат с

предшествующими чисто академическими способами, положительный вывод, безусловно, определяется в пользу разработанного автором метода.

Использование электронных технологий в образовательном процессе эффективно и целесообразно, соответствует запросу современной студенческой аудитории.

По мнению автора, для широкого распространения в высшей технической школе подобных методов обучения необходимо на экспертном, профессиональном уровне рассмотреть и решить вопрос оценки трудозатрат при разработке и практическом применении в образовании элементов электронных технологий с последующим включением их в учебные планы и другие нормативные документы.

Ирина Игоревна Ерилова, доцент кафедры МДиГ МГГУ,
E-mail: irina-erilova@yandex.ru

УДК 622.83

Е.М.Волохов, С.Ю.Новоженин, В.И.Киреева

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАТУРНЫХ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Освещены возможности современных технологий подземного строительства и охарактеризованы геомеханические процессы в подрабатываемых массивах при их применении. Отмечены особенности современных средств деформационного мониторинга и проблемы, связанные с их применением. На примере конкретного объекта рассмотрены проблемы применения автоматизированного мониторинга, сформулированы основные рекомендации по работе с роботизированными тахеометрами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подземное строительство; тоннели; подработка зданий; зона влияния; моделирование; геотехнический мониторинг; роботизированный тахеометр.



Е.М.Волохов С.Ю.Новоженин В.И.Киреева

Как известно, развитие современных мегаполисов невозможно без освоения подземного пространства. Помимо относительно малых объектов, проектировщикам и строителям приходится иметь дело с достаточно крупными объектами подземной инфраструктуры. Учитывая условия, уже сложившиеся на земной поверхности, проблемы освоения подземного пространства должны решаться с учетом минимизации влияния горных работ. Задача охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ при строительстве подземных сооружений, помимо прогнозной оценки сдвижений и разработки мер охраны, решается на основе использования текущих данных деформационного мониторинга.

Характеризуя современные технологии подземного строительства, необходимо отметить ряд существенных особенностей, определяющих возможности этих технологий, и особенности геомеханических процессов в подрабатываемых массивах при их применении. К этим особенностям относятся:

- широкое применение методов воздействия на породы для изменения их свойств с целью повышения их сопротивляемости деформациям и снижения эффектов, связанных с нарушением гидрогеологических режимов водоносных горизонтов (наиболее востребованной на сегодняшний день является технология струйной цементации Jet Grounding);

- применение не только пассивных, но и специальных активных средств сдерживания развития деформационных процессов, таких как пригруз забоя при использовании ТПМК, нагнетания растворов в заобделочное пространство;

- использование систем специального активного воздействия на массив прямо во время ведения горных работ и развития деформаций с целью компен-

сации этих деформаций практически в режиме реального времени (подобные системы компенсационного нагнетания уже применялись при строительстве выхода на станции «Адмиралтейская»).

Говоря об особенностях современных средств деформационного мониторинга, необходимо отметить следующее:

- помимо геодезических систем сейчас в распоряжении исследователя имеется множество средств для контроля породного массива на базе скважинных систем и систем контроля деформационного состояния конструктивных элементов зданий и сооружений, контроля раскрытия существующих трещин и т.п.;

- большинство систем позволяют обеспечить автоматизированный режим наблюдений (без участия человека) и выбирать весьма малые интервалы между сериями наблюдений (практически обеспечивая наблюдения в режиме реального времени);

- разные системы могут работать одновременно в едином комплексе и обеспечивать прямую связь с системами управления технологическими параметрами горных работ и активного воздействия на массив.

Как видно, арсенал современных технологических средств и средств контроля за деформациями позволяет говорить о реализации задач управления геомеханическим состоянием породного массива для обеспечения охраны подрабатываемых объектов при подземном строительстве, причем такое управление может осуществляться в режиме реального времени, и иногда даже без участия человека.

Однако, как показывает практика, раскрыть потенциал указанных средств управления геомеханическим состоянием массива при строительстве подземных сооружений пока не удастся из-за ряда объективных и субъективных факторов, среди которых можно отметить и несовершенство нормативной базы (особенно в сфере натуральных наблюдений), некомпетентность специалистов, занимающихся этими вопросами, разрозненность сил и средств при участии в подземном строительстве большого количества организаций (даже на одном объекте).

Анализ применяемых в настоящее время средств геотехнического мониторинга при строительстве объектов метрополитена Петербурга показал, что даже при попытках организации комплексных наблюдательных станций (когда задействованы и гео-

дезические системы, и системы скважинного мониторинга деформаций породного массива, и системы контроля деформаций конструктивных элементов зданий) задачи объективной и своевременной оценки вредного влияния не решаются из-за ошибок, допущенных еще на этапе проектирования наблюдательных станций. К наиболее важным, из выявленных нами, при таком анализе, можно отнести следующие:

1) необоснованность выбора критериев оценки вредного влияния (когда зачастую в качестве основного критерия используются лишь оседания, которые не позволяют выявить повреждения в зданиях и сооружениях);

2) некорректность выбора периодичности наблюдений (когда активная фаза сдвижений, при быстром движении забоя, может пройти между циклами наблюдений) или сроков наблюдений (когда измерения прекращаются сразу после завершения горных работ, т.е. еще до окончания деформационных процессов, которые могут активно развиваться из-за постепенного перераспределения напряжения и деформаций и реологических эффектов);

3) отсутствие средств геометрической привязки узла контроля смещений скважинных реперов в устье скважины (когда автоматизированная система регистрирует лишь относительные смещения, относительно устья, которое также активно смещается);

4) использование только скважинных датчиков, фиксирующих вертикальные сдвигения над тоннелями, без контроля горизонтальных сдвижений в массиве сбоку от тоннелей (где в основном развиваются горизонтальные сдвигения и деформации).

Поэтому задачи разработки методик натуральных наблюдений, требований к средствам измерений, обоснования базовых критериев оценки вредного влияния и обеспечения научного сопровождения на конкретных объектах в современных условиях подземного строительства следует признать весьма актуальными.

Одним из наиболее показательных примеров интенсивного освоения подземного пространства в Санкт-Петербурге является строительство южного участка Приморско-Фрунзенской линии метрополитена с тремя новыми станциями и новым двухпутным перегонным тоннелем.

Данная проходка осуществляется тоннелепроходческим механизированным комплексом производства Herrenknecht AG в четвертичной толще пород. Диаметр тоннеля составляет 10.4 м.

Отсутствие опыта строительства такого вида тоннелей в условиях Санкт-Петербурга не могло обеспечить достоверный прогноз и адекватную оценку опасности для зданий и сооружений, попадающих в зону влияния.

В связи с этим было принято решение провести автоматизированный мониторинг деформаций первого подрабатываемого здания по ул. Бухарестская, 156 к.1.

В качестве исходных данных для создания проекта и выбора системы мониторинга в соответствии с [1] были использованы: данные о конструктивных

особенностях объекта мониторинга, результаты инженерно-геологических изысканий, расчетные величины деформаций основания и конструкций здания, результаты оценки технического состояния здания и данные осмотра.

Указанное здание представляет собой 10-этажный жилой панельный дом, построенный по типовому проекту серии 600.11 в 2006 г. Имеет сложную конфигурацию в плане. По результатам освидетельствования ЗАО «ГлавПетербургСтрой», оно отнесено ко II категории технического состояния.

Предрасчет сдвижений и деформаций пород в основании здания осуществлялся ВНИИ «Галургия» и Горным университетом. Полученные данные варьировались от первых мм до нескольких см в зависимости от степени заполнения заобделочного пространства.

Проект деформационного мониторинга здания включал в себя:

- обоснование метода мониторинга;
- выбор места установки и конструкции станции;
- разработку схемы деформационной и опорной сети;
- расчет точности измерения сдвижений;
- оценку частоты и сроков проведения наблюдений.

В данной работе было обосновано применение автоматизированной системы мониторинга смещений на базе роботизированного электронного тахеометра (РЭТ) Trimble S8. Данная система позволяет получать данные о смещениях и деформациях в автоматическом режиме по трем заданным направлениям с высокой частотой.

Применение такого вида мониторинга предполагает стационарную установку прибора на все время наблюдения и обеспечение прямой видимости на деформационные и опорные отражатели (рис.1). В данном случае прибор был установлен на жестко закрепленном забетонированном столбе в 70 м от дома на территории промплощадки вентстола №627 (рис.2). Конструктивное решение для стационарной установки предложено и реализовано специалистами ЗАО «СМУ №13 Метрострой».

Так как прибор был установлен в зоне подработки (практически над осью будущего тоннеля), появилась необходимость переопределять его координаты перед каждым циклом измерений. Опорные призмы были размещены на близлежащих зданиях за зоной влияния. Конфигурация сети в плане была максимально приближена к окружности для улучшения качества линейно-угловой засечки.

Деформационные отражатели были установлены на двух уровнях исследуемого здания для определения крена в соответствии с рекомендациями нормативных документов [2, 3]. Общее количество установленных деформационных призм составило 14 штук.

Для получения оперативной и уточняющей информации о характере деформирования массива до начала подработки здания были дополнительно установлены два отражателя (st1 и st2) на поверхности над осью тоннеля в зоне перед исследуемым зданием (см. рис.1).

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

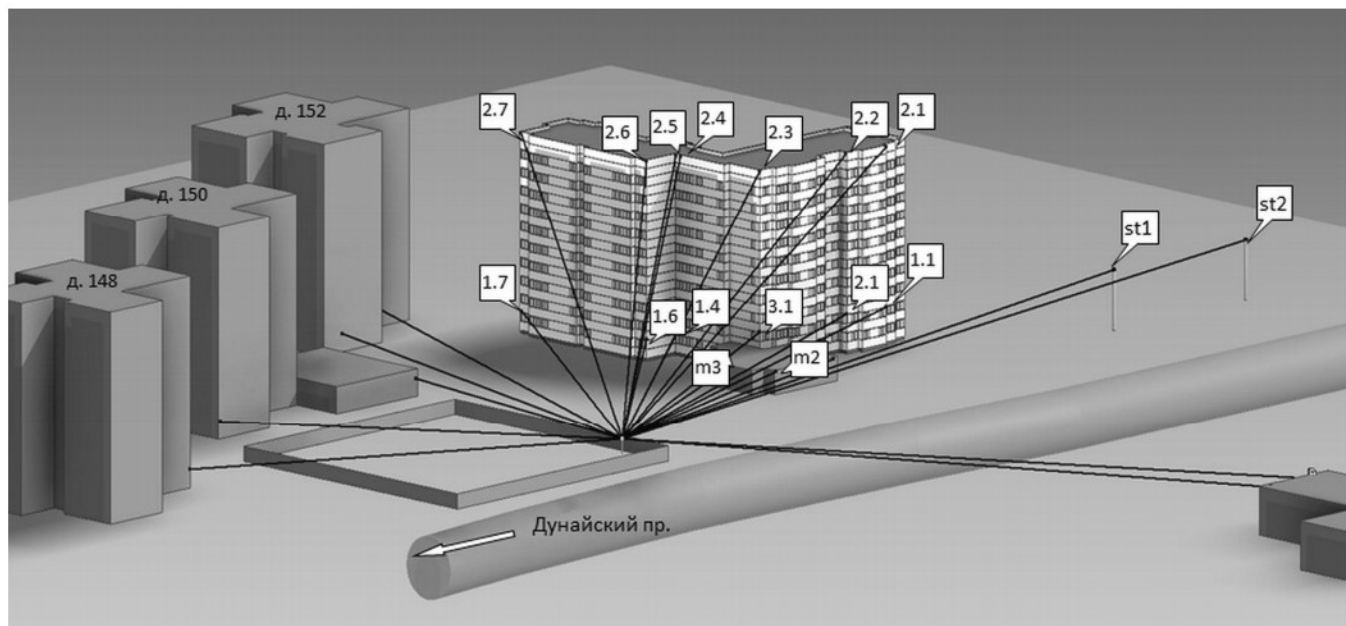


Рис.1. Схема организации наблюдений

Частота и необходимая точность измерений были рассчитаны исходя из скорости проходки и величины спрогнозированных оседаний массива по методике, изложенной в [4]. Текущие данные о положении забоя и изменении режимов проходки предоставлялись маркшейдерской службой ЗАО «Метроподземстрой».



Рис. 2. Станция мониторинга на ул.Бухарестская, 156 к.1

Несмотря на невысокие значения сдвижений, зарегистрированных на земной поверхности, и малые значения деформаций конструктивных элементов исследуемого здания, автоматизированный мониторинг позволил обобщить полученные результаты, выявить новые закономерности деформаций горных пород и сформулировать рекомендации для проведения подобного мониторинга на объектах подземного строительства. Сразу стоит отметить, что результаты данного автоматизированного мониторинга практически

совпали с данными традиционных измерений, производимых специалистами ЗАО «Фирма «Гиро».

В качестве основных результатов деформационного мониторинга с точки зрения анализа развития деформационных процессов необходимо отметить следующее:

- использование режима перенагнетания в забойное пространство, рекомендованное разработчиками технологического регламента, приводило к возникновению неравномерных положительных вертикальных сдвижений – пучений на земной поверхности и деформаций растяжения;

- процесс развития пучений характеризовался существенной неравномерностью и скачкообразным проявлением деформаций поверхности примерно над зоной хвостовой части ТПМК;

- после прохода ТПМК и удаления на значительное расстояние на поверхности проявлялась частичная компенсация деформаций, характеризующаяся постепенным развитием вторичных оседаний над осью тоннеля, достигших к ноябрю 2014 года 4-6 мм;

- при проходе ТПМК в непосредственной близости от здания зарегистрированы незначительные положительные вертикальные смещения точек, достигающие величин в 2-4 мм;

- относительное сравнение статистически достоверных горизонтальных смещений точек на здании не позволило выявить сколько-нибудь значимых кренов стен в соответствии с [5, 6].

Анализ опыта проведения работ с автоматизированной системой мониторинга деформаций и результатов самого мониторинга позволил сформулировать следующие рекомендации:

- 1) после обоснования выбора места расположения роботизированных станций, геометрии сети опорных и рабочих марок необходимо организовать предварительные серии наблюдений для апостериорной оценки точности и выявления влияния на измерения внешних факторов, часто заранее неизвестных;

- 2) система деформационного мониторинга на базе РЭТ без использования специальных устройств

(открывающих измеряемые призмы) плохо подходит для выявления сосредоточенных деформаций или наблюдения за существующими трещинами и деформационными швами;

3) при организации периодических наблюдений необходимо обосновывать заведомо меньшие интервалы между сериями для обеспечения избыточности измерений, а также предусматривать использование процедур отбраковки измерений с выявленными искажениями из-за влияния плохо предсказуемых внешних факторов, таких, например, как вибрация;

4) при расположении станции РЭТ в зоне возможных деформаций необходимо использовать независимую систему контроля опорных точек с возможностью корректировки положения станции на основе строгих способов;

5) помимо традиционных результатов таких наблюдений (т.е. смещений или их скоростей, которые обычно рассматриваются производителями подобных систем), система должна позволять оперативно оценивать деформации конструкций (как первых производных от смещений), которые и являются критериями оценки вредного влияния.

Как видно на примере анализа применения автоматизированной геодезической системы мониторинга деформаций, даже здесь, в казалось бы хорошо отработанной за последние годы сфере, имеется ряд принципиальных вопросов, требующих своего решения при организации маркшейдерских наблюдений. Простое применение таких систем даже от известных фирм с установкой «под ключ» часто не позволяет решать основные задачи охраны зданий и сооружений.

Для упомянутых выше скважинных систем и систем контроля деформаций конструкций нами также были сформулированы рекомендации, в основу которых лег анализ опыта их применения на объектах Санкт-Петербургского метрополитена.

Логическим итогом подобных работ, по нашему мнению, должна стать разработка инструкции, регламентирующей все основные вопросы организации натурных наблюдений при строительстве подземных сооружений в Российской Федерации. Отсутствие такой инструкции не позволяет обеспечить задачи охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ и создает условия для привлечения в эту

сферу малокомпетентных специалистов.

В заключение следует отметить, что именно непосредственный опыт применения автоматизированной геодезической системы мониторинга деформаций позволил нам выйти на ряд важных обобщений, не все из которых были очевидны на стадии теоретического обоснования этих наблюдений. Поэтому решение проблем организации натурных маркшейдерских исследований и геотехнического мониторинга при применении современных технологий строительства подземных сооружений должно, по нашему мнению, опираться не только на теоретическое обоснование, но на доскональный анализ опыта практического применения современных мониторинговых систем.

Авторы выражают благодарность руководству ЗАО «СМУ-13 Метрострой» и лично генеральному директору С.Д.Сепитому за техническое содействие в организации и проведении деформационного мониторинга здания на улице Бухарестская, а также главному маркшейдеру ЗАО «СМУ-13 Метрострой» В.А.Андреанову и главному маркшейдеру ЗАО «Метроподземстрой» О.Г.Сабурову за методическую помощь и информационную поддержку.

Работа выполнялась в соответствии с договором с ЗАО «Фирма «Гиро» от 10.04.2014.

Литература

1. ГОСТ 24846–81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений: введ. 01.01.82. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 26 с.
2. Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей: ВСН 160–69: введ. 01.04.70. – Минтрансстрой. – М. – 1970. – 60 с.
3. Инструкция по наблюдениям за сдвигами земной поверхности и расположенными на ней объектами при строительстве в Москве подземных сооружений: РД 07–166–97: утв. постановлением Госгортехнадзора России от 17.09.97 № 29: введ. в действие 17.09.97. – М. – 2002. – 42 с.
4. Зайцев А.К., Марфенко С.В., Михелев Д.Ш. Геодезические методы исследования деформаций сооружений – М.: Недра, 1991. – 272с.
5. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге: ТСН 50–302–2004: введ. 05.08.04. – СПб. – 2004. – 66 с.
6. Основания зданий и сооружений: СП 22.13330.2011: введ. 20.05.2011. – М. – 2011. – 161 с.

*Евгений Михайлович Волохов, канд.техн.наук, доцент, тел. (812) 328-82-59, E-mail: volohov@sptmi.ru;
Сергей Юрьевич Новоженин, канд.техн.наук, ассистент, тел. (812) 328-82-59, E-mail: snovx@mail.ru;
Вероника Игоревна Куреева, аспирант, тел. (812) 328-82-59, E-mail: chacter@mail.ru
(Кафедра маркшейдерского дела Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург)*

УДК 622.142.5

Т.Б.Рогова, С.В.Карабибер

ФУНКЦИЯ САМОПОДОБИЯ СЕЧЕНИЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Предложен новый инструмент исследования поверхности топографического порядка – функция самоподобия сечений топографической поверхности, являющаяся аналогом автокорреляционной функции, применяемой при анализе динамических рядов измерений. Предложен и апробирован алгоритм построения функции и раскрыт порядок ее использования для определения допустимого размера контура экстраполяции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геометризация; экстраполяция; функция самоподобия; показатели качества угля; угледобывающие предприятия.



Т.Б.Рогова

С.В.Карабибер

Одним из инструментов анализа топографической поверхности является автокорреляционная функция, которая, наряду с другими случайными функциями, оце-

нивает тесноту связи между измеряемыми значениями признака и позволяет установить расстояние, в пределах которого эти связи могут быть распространены, то есть экстраполированы.

Экстраполяция, по своему определению, допустима лишь в случае, если есть основания признать, что закономерности, выявленные в пределах некоторой области измерений объекта, сохраняют свое значение в прилегающей к ней зоне (зоне экстраполяции). Таким основанием может служить доказательство автокорреляции данных.

Для того чтобы обосновать допустимое расстояние (радиус) экстраполяции, необходимо обратиться к технологии прогнозно-динамического метода выявления функции размещения показателя В.А.Букринского [1]. Эта технология предусматривает выполнение экстраполяции не по линиям, а по сечениям. Согласно этой идее, требуется оценивать не корреляцию по линии некоторого динамического ряда, а корреляцию между сечениями.

Такой метод оценки подобия сечений применительно к задаче оценки подобия поведения гипсометрии угольного пласта в двух смежных разрезах по линиям разведочных скважин ранее предлагался С.А.Батугиным и Л. Е. Мякишевой [2] для использования при выполнении количественной оценки сложности геологического строения угольных месторождений. Сходство (подобие) геологических разрезов было предложено определять с помощью коэффициента подобия K_n , который изменяется в интервале от 0 (полное несовпадение разрезов) до 1 (полная их идентичность). Для расчета коэффициента на всех разрезах выделяются так называемые характерные точки, к которым в работе [2] отнесены «точки встречи пластов с нарушениями, точки пересечения пластов с осями складок, точки выхода пластов под наносы».

Важной особенностью подготовки данных является установление соответствия точек различных

разрезов друг другу. Это соответствие обеспечивается путем присвоения однотипным точкам различных сечений одинаковых наименований.

Каждая из характерных точек рассматривалась авторами как случайная точка комплексной плоскости $Z=X+iY$. (где i – мнимая единица). Коэффициент корреляции $\tau_{z_1 z_2}$ для двух комплексных случайных величин является основой коэффициента подобия K_n :

$$K_n = \frac{|\tau_{z_1 z_2}|}{2} \lambda. \quad (1)$$

Коэффициент подобия предусматривает возможность появления «новых» и исчезновения «старых» точек при переходе от разреза к разрезу путем введения поправочного коэффициента λ . Исследованиями [3] порядок определения коэффициента λ был мотивированно видоизменен.

Изложенный алгоритм оценки подобия положения пласта в недрах на двух сравниваемых геологических разрезах использован в согласованных в установленном порядке «Методических рекомендациях по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию» [4] и, в связи с этим, предлагается в качестве основы для оценки подобия сечений поля геологического показателя.

Оценить радиус экстраполяции можно на основе функции, отражающей характер изменения значений степени подобия K_n некоторого исходного сечения, иным сечениям топографической поверхности, удаленным от него на различные расстояния L .

Данную функцию, близкую по смысловому содержанию к автокорреляционной, предлагается именовать «функцией самоподобия сечений топографической поверхности» или просто «функцией самоподобия сечений» (рис.1).

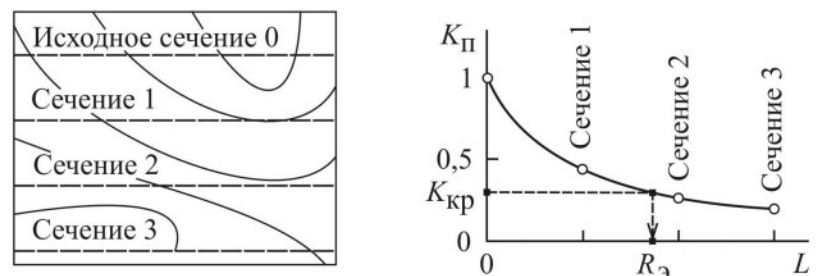


Рис.1. К понятию функции самоподобия сечений топографической поверхности

Построение такой функции возможно только при наличии контура интерполяции, в качестве которого,

в соответствии с характером решаемой задачи, может выступать уже отработанный контур угольного пласта. Поскольку радиус самоподобия топографической поверхности относительно невелик, то можно предположить, что характер функции самоподобия должен сохраняться и в пределах этого радиуса. Это следует из того, что оба контура (экстраполяции и интерполяции) принадлежат одному и тому же геохимическому полю, имеющему единый генезис.

Задавая неким критическим значением коэффициента K_n ($K_{кр}$), можно, с помощью графика функции самоподобия сечений, определить допустимую величину радиуса экстраполяции R_s (рис.1).

Для обеспечения выполнения расчетов по подобию сечений с помощью аппарата корреляции комплексных случайных величин, каждое из сечений должно быть описано семейством характерных точек. В этом случае кривая топографического порядка,

описывающая сечение поверхности, должна быть заменена ломанной прямой, корректно отображающей характер поведения признака.

Как известно, топографические поверхности показателей качества угля отображаются системой изолиний, отстроенных при определенном их сечении [5]. Поэтому в качестве характерных точек сечения поверхности показателя качества могут приниматься положения «торцов» изолиний (рис.2).

Отсюда, положение каждой i -ой характерной точки каждого j -го сечения фиксируется двумя координатами: значением в ней показателя p_{ji} и расстоянием x_{ji} от нее до начала координат O (рис. 2).

За начало системы координат O_j в каждом j -ом сечении принимается линия его пересечения с проводимой на плане единой для участка осевой линией (координатной осью L), перпендикулярной к системе параллельных сечений (рис.3).

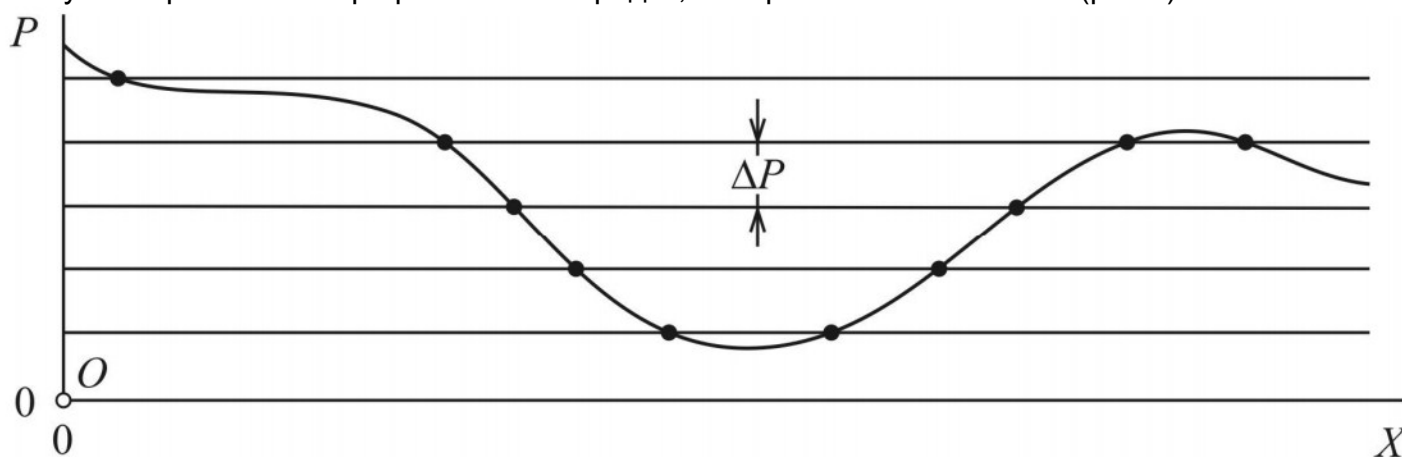


Рис.1. Принцип выбора характерных точек на вертикальном сечении топографической поверхности

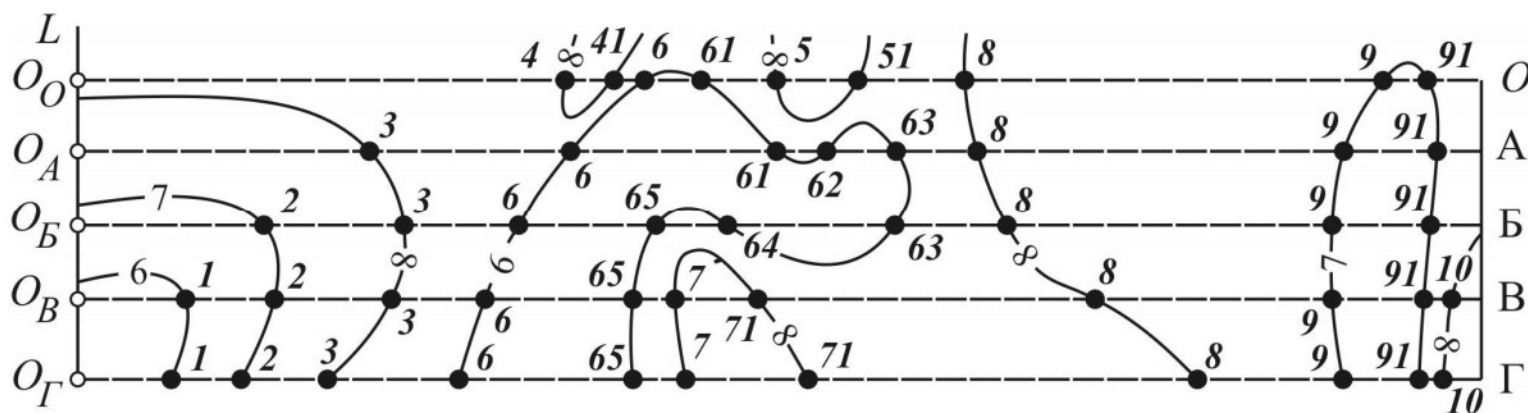


Рис.3. Положение характерных точек сечений на плане для топографической поверхности зольности угля по выемочному столбу №806 пласта Польшаевского II шахты им. А.Д.Рубана

Выделение характерных точек и определение их координат может осуществляться только с использованием модели в изолиниях. При этом разделение точек на какие-либо классы выполнять нет необходимости.

Однако задача определения соответствия характерных точек, принадлежащих разным сечениям, существенно усложняется.

Для изолиний, последовательно пересекающих несколько сечений (например, пересечения сечениями изозольности «8%» – рис.3) формирование их наименований затруднений не вызывает – все они по-

лучают одинаковое имя – «3» (рис.3).

Достаточно просто решается и вопрос соотношения точек в случае, если изолиния, которой они принадлежат, формирует некую «складку» топоповерхности (например, изолиния зольности «7%» в правой части рис.3) – в этом случае одинаковое имя должны иметь точки, принадлежащие одному и тому же «крылу складки» (точки «9» и «91» на рис.3).

В более сложных случаях (например, для изозольности «9%» в центральной части рис.3) придется формально «разбивать» изолинию на ряд «складок». В результате по линии сечения могут воз-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

никать характерные точки, не имеющие соответствия на других сечениях (например, характерная точка «62» на рис.3).

К общему правилу можно отнести то, что в пределах одного сечения имена характерных точек не могут повторяться. Имена характерных точек служат только для указания их соответствия друг другу и, поэтому могут иметь любые цифровые или буквенные обозначения.

Все выделенные в пределах сечения характерные точки координируются в рассмотренной ранее системе.

Применительно к характеру решаемой задачи алгоритм расчета модуля коэффициента корреляции двух комплексных случайных величин между сечениями 1 и 2 будет иметь следующий вид.

Последовательно вычисляются четыре коэффициента корреляции по данным соседних сечений 1 и 2:

– между координатами p_1 и p_2 :

$$\tau_{p_1, p_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_{1i} - \bar{P}_1) (p_{2i} - \bar{P}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{1i} - \bar{P}_1)^2 \sum_{i=1}^n (p_{2i} - \bar{P}_2)^2}}, \quad (1)$$

где $\bar{P}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n p_{1i}}{n}$; $\bar{P}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n p_{2i}}{n}$; n – количество характерных точек, одновременно присутствующих на обоих разрезах;

– между величинами y_1 и y_2 :

$$\tau_{y_1, y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1) (y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)^2 \sum_{i=1}^n (y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}, \quad (2)$$

где $\bar{Y}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{1i}}{n}$; $\bar{Y}_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_{2i}}{n}$;

– между величинами p_1 и y_2 :

$$\tau_{p_1, y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_{1i} - \bar{P}_1) (y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{1i} - \bar{P}_1)^2 \sum_{i=1}^n (y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}}, \quad (3)$$

– между величинами p_2 и y_1 :

$$\tau_{p_2, y_1} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_{2i} - \bar{P}_2) (y_{1i} - \bar{Y}_1)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{2i} - \bar{P}_2)^2 \sum_{i=1}^n (y_{1i} - \bar{Y}_1)^2}}. \quad (4)$$

В вычислениях по формулам (2.1) – (2.4) принимают участие только характерные точки, присутствующие на обоих разрезах. По итогам вычислений рассчитывается модуль коэффициента корреляции двух комплексных случайных величин:

$$|\tau_{z_1 z_2}| = \sqrt{(\tau_{p_1, p_2} + \tau_{y_1, y_2})^2 + (\tau_{p_1, y_2} - \tau_{p_2, y_1})^2} \quad (5)$$

и коэффициент подобия разрезов

$$K_{\Pi} = \frac{|\tau_{z_1 z_2}|}{2} \sqrt{\frac{N-T}{N}}, \quad (6)$$

где N – суммарное число характерных точек на обоих сечениях; T – суммарное количество характерных точек, имеющих на одном, но отсутствующих на другом сечении.

В качестве примера на рис.4 приведена функция самоподобия сечений топографической поверхности зольности угля в контуре выемочного столба № 806

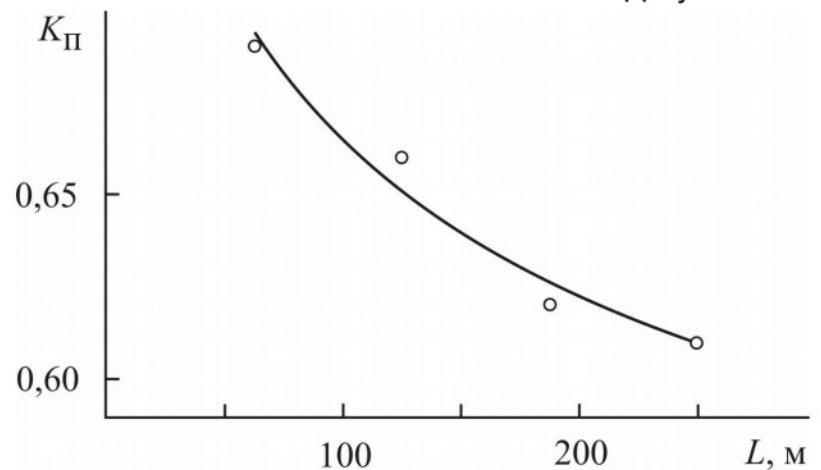


Рис. 4. Функция самоподобия сечений топографической поверхности зольности угля в контуре выемочного столба № 806

Результаты построения функции указывают на ее совпадение с теоретически ожидаемой формой, приведенной на рис.1. Собственно функция прекрасно аппроксимируется (коэффициент корреляции 0,98) степенным уравнением:

$$K_{\Pi} = 1,0024L^{-0,094} \quad (7)$$

При величине $L=1$ м ожидаемое значение функции K_{Π} составляет 1,02, что очень близко к его теоретическому значению, равному 1,0. Это свидетельствует о правомерности распространения полученного уравнения на малые значения расстояний.

Для сечений А, Б, В и Г были установлены среднеквадратические погрешности моделирования поведения зольности с использованием методов экстраполяции. Для сечения А погрешность составила 0,30% (в единицах измерения зольности), для сечения Б – 0,65%, по сечениям В и Г, соответственно, 0,90 и 1,20%.

Это позволило построить зависимость между коэффициентами подобия сечений и их погрешностями, возникающими при построении сечений с помощью экстраполяции (рис.5).

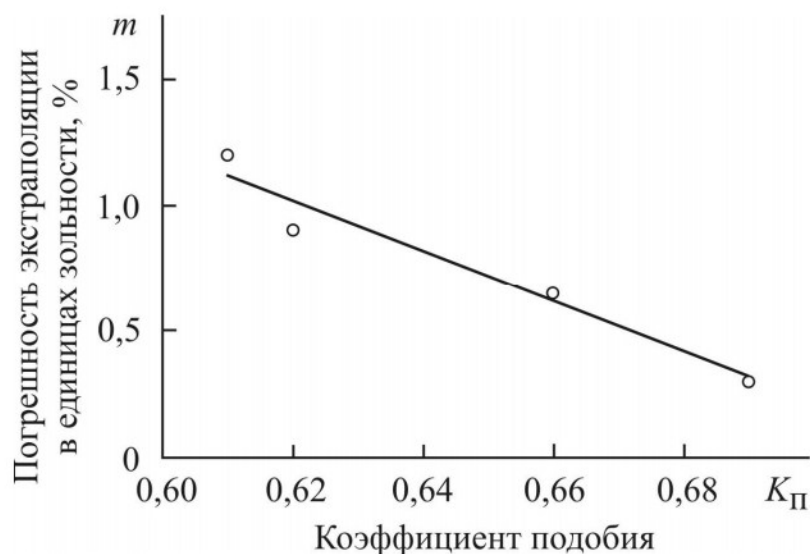


Рис. 5. Зависимость погрешности экстраполяции топографической поверхности зольности угля m от ожидаемой степени подобия сечений K_{Π} в контуре выемочного столба №806

Данная зависимость описывается уравнением (с коэффициентом корреляции 0,97):

$$m = 7,25 - 10,061K_{\Pi}. \quad (8)$$

В условиях рассматриваемого примера средне-квадратическая погрешность прогнозирования зольности только по данным кернового опробования составляет 1,7% (в единицах измерения зольности), равенство ей погрешности экстраполяции наблюдается примерно на удалении 600 м от контура отработки.

Исходя из уравнения (8), погрешности 1,7% отвечает коэффициент K_{Π} , равный 0,55. По уравнению (7) коэффициент K_{Π} на расстоянии 600 м должен

иметь близкое значение – 0,56.

Это свидетельствует о правомерности распространения полученного уравнения и на расстояния, существенно превышающие использованные при его построении.

Таким образом, выполненные расчеты указывают на то, что основные положения предложенного теоретического подхода к определению допустимого размера контура экстраполяции справедливы, а реализующий их алгоритм работоспособен.

Литература

1. Букринский В.А. Прогнозно-динамические методы выявления функций размещения показателей месторождения /В.А.Букринский // Вопросы маркшейдерско-геологической службы горных предприятий: сб. науч. тр. – М.: Недра, 1968. – С. 8–25.
2. Батугин С.А. Основные проблемы повышения достоверности подсчета запасов и эффективности отработки угольных месторождений Кузбасса / С.А.Батугин, Л.Е.Мякишева, С.В.Шаклеин // Основные проблемы повышения достоверности подсчета запасов и эффективности отработки угольных месторождений Кузбасса. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 51–57.
3. Шаклеин С.В. Количественная оценка достоверности сложно-дислоцированных угольных месторождений / С.В.Шаклеин, О. П. Никифорова // Недропользование XXI век. – 2011. – №4. – С. 24–28.
4. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию: ОЭРН. – М. – Кемерово, 2011. – 86 с.
5. Шаклеин С.В. Практические вопросы геометризации мощности и основных показателей качества угольных пластов: учебное пособие / С.В.Шаклеин, Т.Б.Рогова. – Кемерово, КузГТУ, 1998. – 61 с.

Тамара Борисовна Рогова, д-р техн. наук, профессор кафедры маркшейдерского дела, кадастра и геодезии Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф.Горбачева, E-mail: rogtb@mail.ru;
Сергей Владимирович Карабибер, главный геолог ОАО «СУЭК-Кузбасс», E-mail: karabiberSV@suek.ru

Уважаемые коллеги!



Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» в связи с 20 летним юбилеем организации выпустил памятный знак «20 лет СМР» для вручения членам организации.

Вручение знака членам СМР осуществляется на конференциях и курируемых Союзом курсах повышения квалификации маркшейдеров.

Для получения знака остальными членами просьба направлять заявку через «Маркшейдерский клуб» (<http://smr-club.ru>). При этом просим уточнять личные контактные данные на сайте в категории «Члены СМР», «Личные данные (внесение актуальной информации о себе)» для совершенствования системы доведения актуальной информации до маркшейдерской общественности. В соответствии с поступившими заявками отправка знаков будет осуществляться в адрес председателей региональных отделений СМР.

Также готовы передавать знаки с оказией представителям региональных отделений, для чего они должны иметь при себе соответствующий список членов СМР.

Для вступления в Общероссийскую общественную организацию «Союз маркшейдеров России» достаточно скачать на «Информационно-аналитическом портале для горняков «Горное дело» (<http://mwork.su>) в разделе «СМР», «Вступление в Союз» заявление и заполнить его. Заявление и цветную фотографию для оформления удостоверения следует пересылать по электронной почте smr@mwork.su.

Ответственной за распределение знаков является: Горшкова Марина Геннадьевна (E-mail: smr@mwork, 8(499) 263-15-55, 8(926) 533-40-57).

Редакция «МВ»

УДК: 528.74

П.А.Круглова

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА DatuGram™3D В ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТАХ

Рассматривается методика получения объёмов с помощью программного продукта DatuGram™3D, позволяющего автоматически получать измерения по всему объекту с помощью фотографий, сделанных обычным цифровым фотоаппаратом, и нескольких опорных точек. Данная методика помогает повысить эффективность маркшейдерских работ. Программное обеспечение применяется как в комплексе с беспилотными средствами, так и без их применения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геодезия; маркшейдерия; объёмы; 3D-моделирование; программное обеспечение; фотограмметрия; DatuGram™3D; Датумэйт.



Измерение и контроль объёмов с помощью программы DatuGram™3D

DatuGram™3D - программный продукт, который появился на российском рынке два года назад, алгоритм программы основан на принципах фотограмметрии. В последней версии программы DatuGram™3D 4.0 появилась функция, позволяющая значительно упростить и ускорить процесс получения и контроля объёмов материалов (уголь, песок, щебень и т.д.), а именно автоматическое распознавание характерных точек поверхности. Когда речь заходит о программах, построенных на принципах фотограмметрии, первое, о чем мы думаем - это мозаика из снимков, сделанных строго ортогонально. Но программа DatuGram™3D использует перспективные фотоснимки. Под перспективным подразумевается изображение, сделанное фотоаппаратом, находящимся по отношению к объекту приблизительно под 45 градусов. Использование таких фотографий позволяет обрабатывать как изображения, сделанные с беспилотника, так и изображения, сделанные с земли. Ещё одним преимуществом является то, что программа не требует специальной фототехники, то есть, для фотографирования можно использовать обычную цифровую фотокамеру.

Общая методика выполнения работ следующая: делаем ряд снимков объекта, привязываем с помо-

щью контрольных (закоординированных) точек фотографии и проводим все измерения прямо по фотографиям.

Преимущества такого метода съёмки:

- сокращение времени работы на объекте;
- получение необходимых координат в офисе;
- осуществление съёмки в сложно доступных местах;
- мониторинг изменений на объектах с помощью фотографий, без повторного использования тахеометра;
- оперативное получение данных по объектам;
- построение 3D-модели;
- интуитивный пользовательский интерфейс;
- не требует долгого обучения.

Для того, чтобы понять, как работает этот программный продукт, рассмотрим конкретные примеры. Целью данного проекта является получение объёма насыпи щебня. Первым этапом для работы в программе является калибровка камеры. Калибровка камеры проводится с помощью модуля, встроенного в программу DatuGram™3D (рис.1). Для калибровки необходимо распечатать тест-объект. Тест-объектом является шахматная доска с круглой меткой, распечатанная на плотной бумаге формата А0. Затем делается 12 фотоснимков, после чего программа определит параметры камеры, необходимые для дальнейших расчётов.

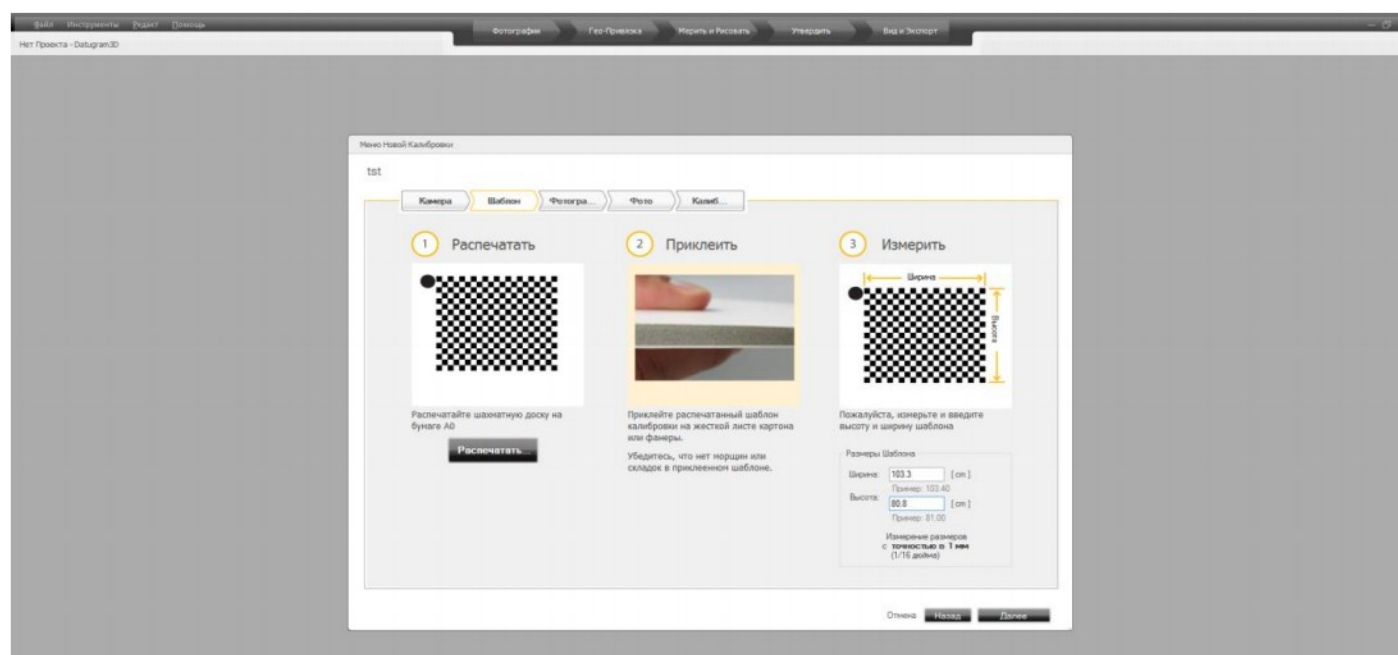


Рис.1. Модуль калибровки

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Калибровка выполняется один раз для фотоаппарата, которым будет проводиться съёмка.

Далее необходимо сделать ряд фотоснимков объекта (рис.3). Изображения должны быть резкими и чёткими. Одним из условий получения координат новой точки является видимость этой точки минимум на трёх фотоснимках. Производим фотосъёмку, перемещая фотоаппарат вокруг объекта, с перекрытием не менее 60%. В данном проекте использовалось 33 фотографии. Съёмка проводилась с гексакоптера.

Снимки загружаем в программу (рис.2), и программа увязывает снимки между собой в модель. В результате нет необходимости наносить опорные точки на каждый снимок, достаточно нанести 4 одинаковые опорные точки на две фотографии.

На следующей вкладке «Гео-Привязка» мы проводим геореференцирование объекта с помощью нанесения опорных точек (рис.4).

Для получения опорных точек, на объекте были проведены измерения с помощью тахеометра и получены трёхмерные координаты характерных элементов на объекте, то есть точки, которые можно легко

распознать на фотоснимках. Важно знать, где были произведены измерения, для того чтобы максимально точно отметить их на фотографии. От точности, с которой были получены координаты, зависит дальнейшая точность новых измерений в проекте. Измерения всегда проводятся с избытком для дополнительного контроля, а так же для возможности выбора между измерениями в случае их неоднозначности. Для алгоритма программы желательно размещение контрольных точек в разных плоскостях. Благодаря этим точкам программа может провести гео-привязку снимков и привязать снимки к той системе координат, в которой необходимо провести все измерения.

Так же хотелось бы отметить, что если опорные точки возможно жестко закрепить вокруг объекта, то последующие измерения можно проводить, только фотографируя объект.

После завершения этапа гео-привязки можно проводить любые измерения прямо по фотографиям, а так же автоматически получать закоординированную модель поверхности с помощью инструмента «сетка» (рис.5).

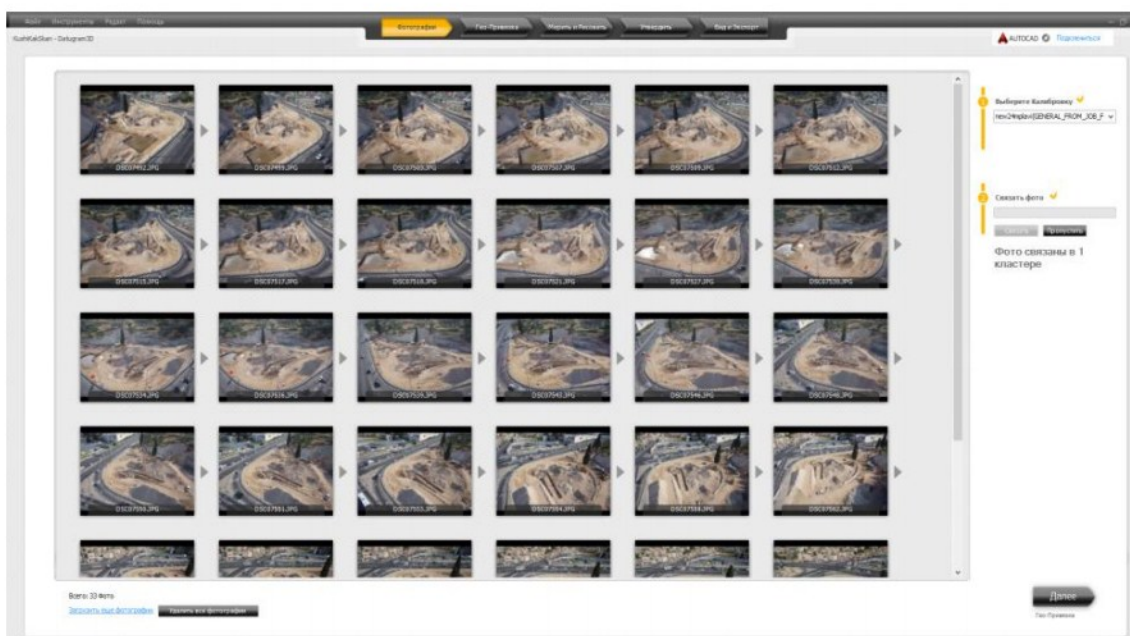


Рис.2. Окно для загрузки фотографий

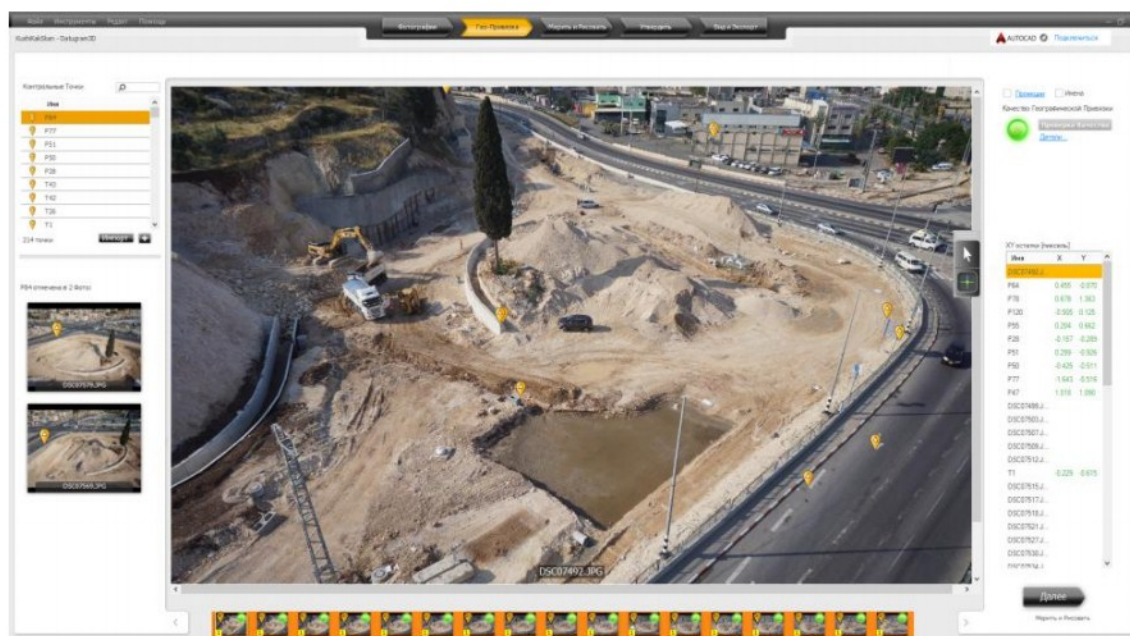


Рис.3. Опорные точки на объекте

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

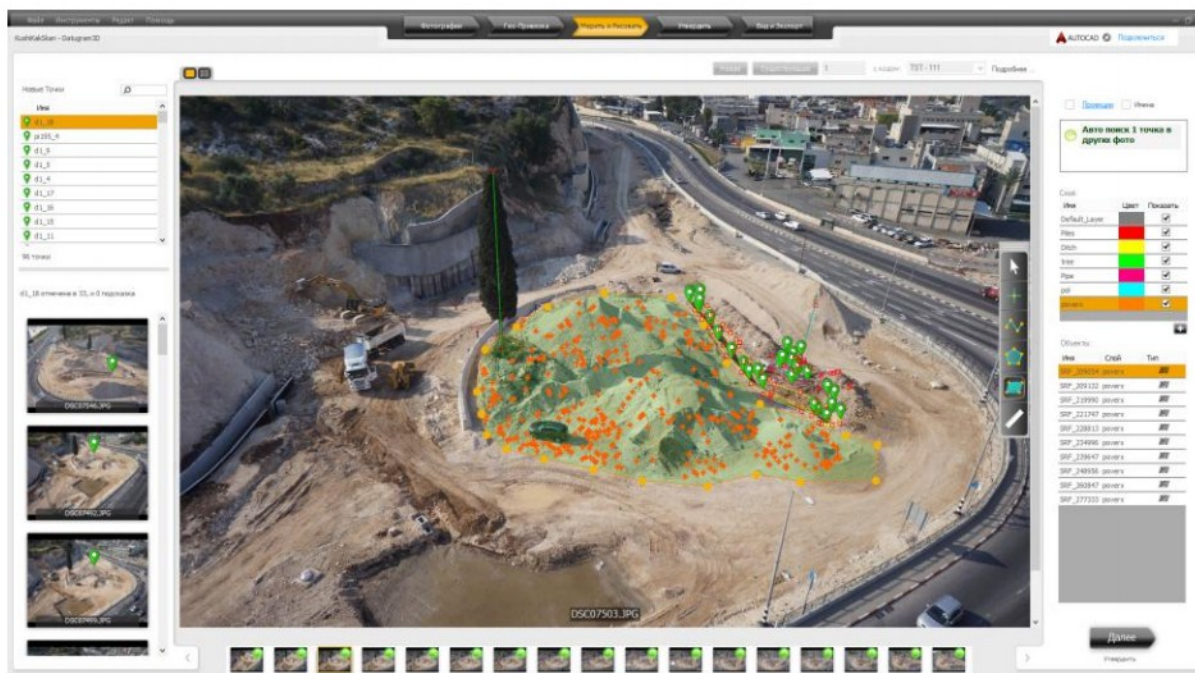


Рис.4. Область распознавания

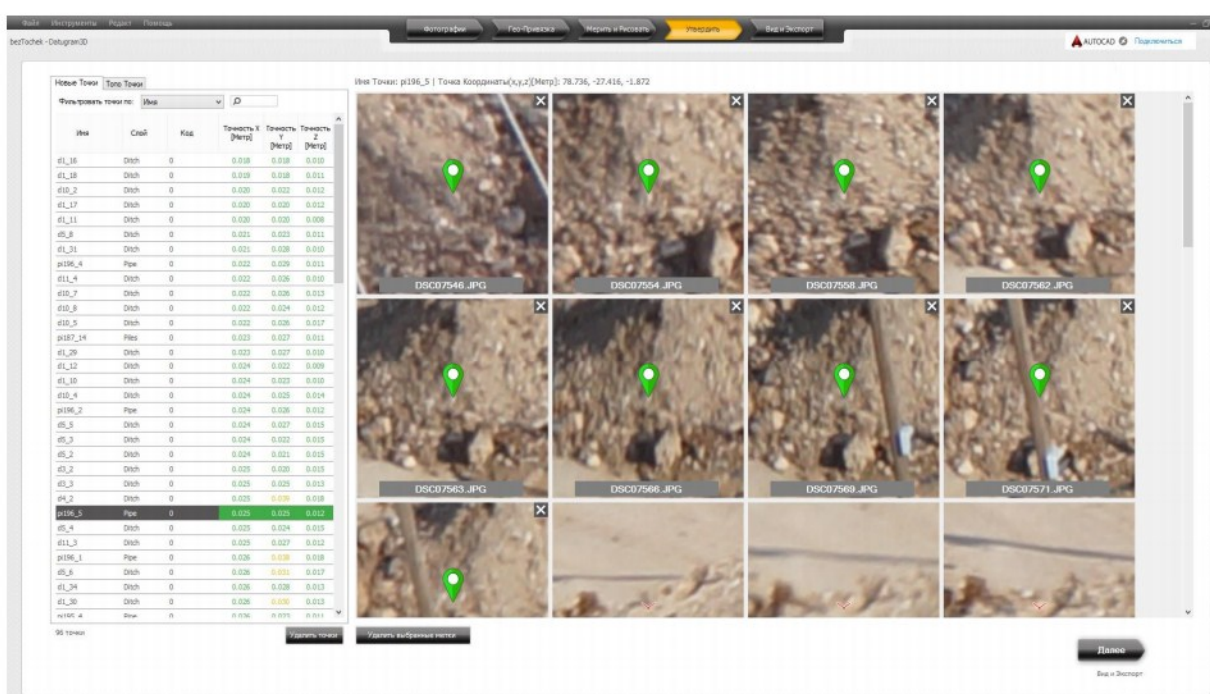


Рис.5. Окно «Утвердить»

Для его применения необходимо просто выделить интересующую нас область, и программа автоматически распознает характерные точки в этой области, количество точек можно увеличивать. Алгоритм инструмента «сетка» разработан таким образом, что предметы, резко отличающиеся по высоте от общей поверхности, исключаются из автоматического распознавания. То есть, строительная техника и деревья не станут помехой для правильного определения точек поверхности.

Следующей вкладкой программы является вкладка «Утвердить», она позволяет проконтролировать точность каждой точки. Когда мы выбираем точку из таблицы (рис.5), программа показывает все фотографии, на которых она была определена автоматически, и проекции этой точки на всех остальных фотоснимках.

После проведения всех измерений, во вкладке

«Вид и Экспорт» мы можем посмотреть получившуюся модель, точность точек, после чего можем экспортировать DXF и TXT файлы.

Выше был приведён пример работы, выполненной с применением беспилотного летального аппарата, такая же методика протестирована ещё на ряде объектов, один из них был выполнен зимой (рис.6).

Сложность последнего объекта заключается в его значительных размерах. Перемещаться по объекту для получения его объёмов классическими методами долго и неудобно, поэтому применение программы Datugram3D в данном случае сокращает время съёмки на объекте минимум вдвое, при этом плотность точек получается значительно больше, нежели при классическом методе (рис.7). За счет высокой плотности повышается точность полученных данных.

Также данная методика применяется и без летательных аппаратов (рис.8).

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

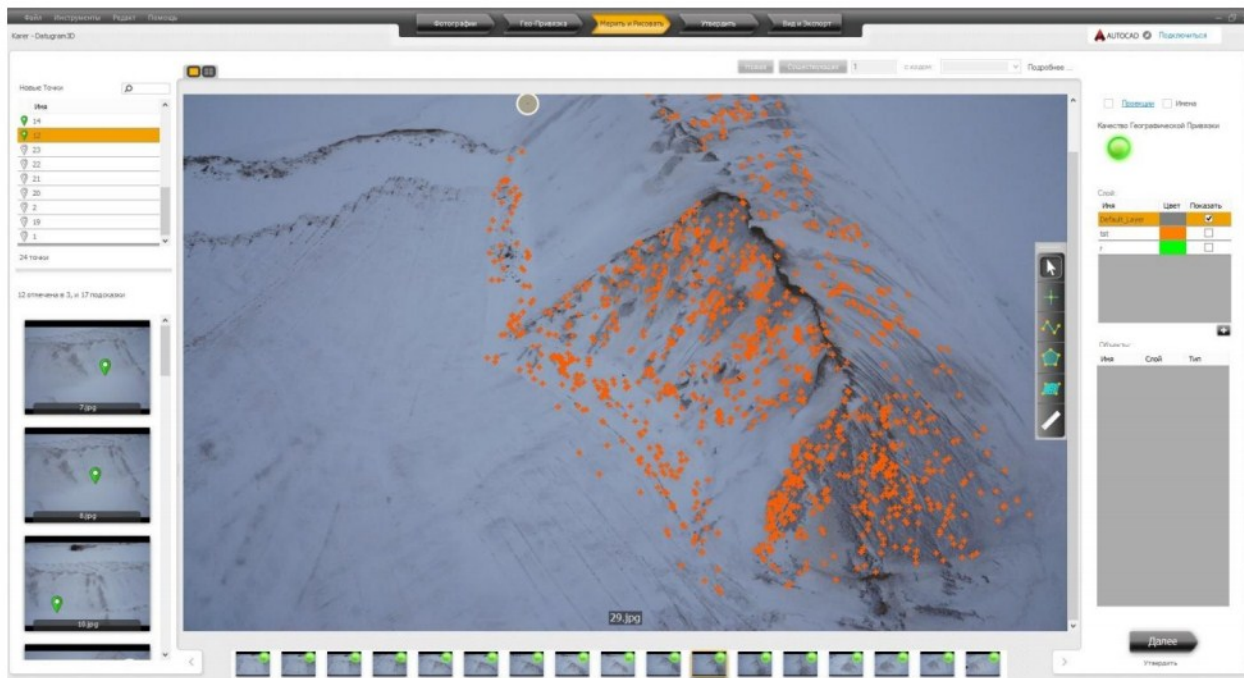


Рис.6. Отвал на карьере

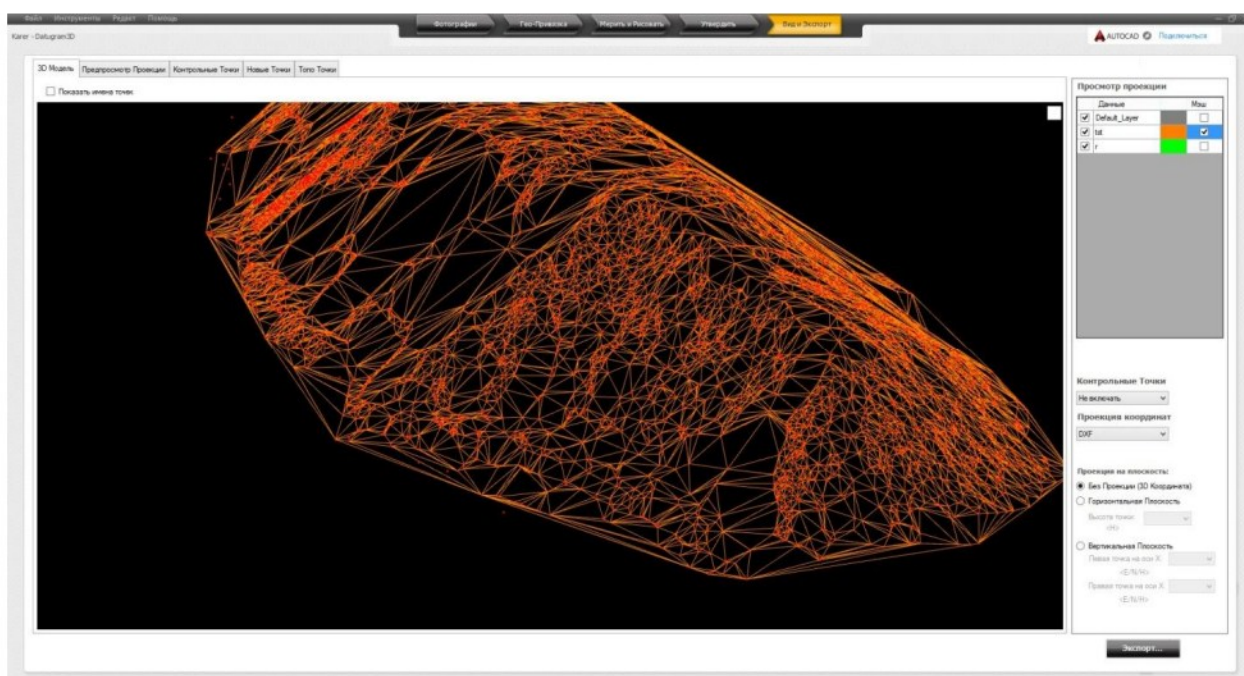


Рис.7. Модель карьера

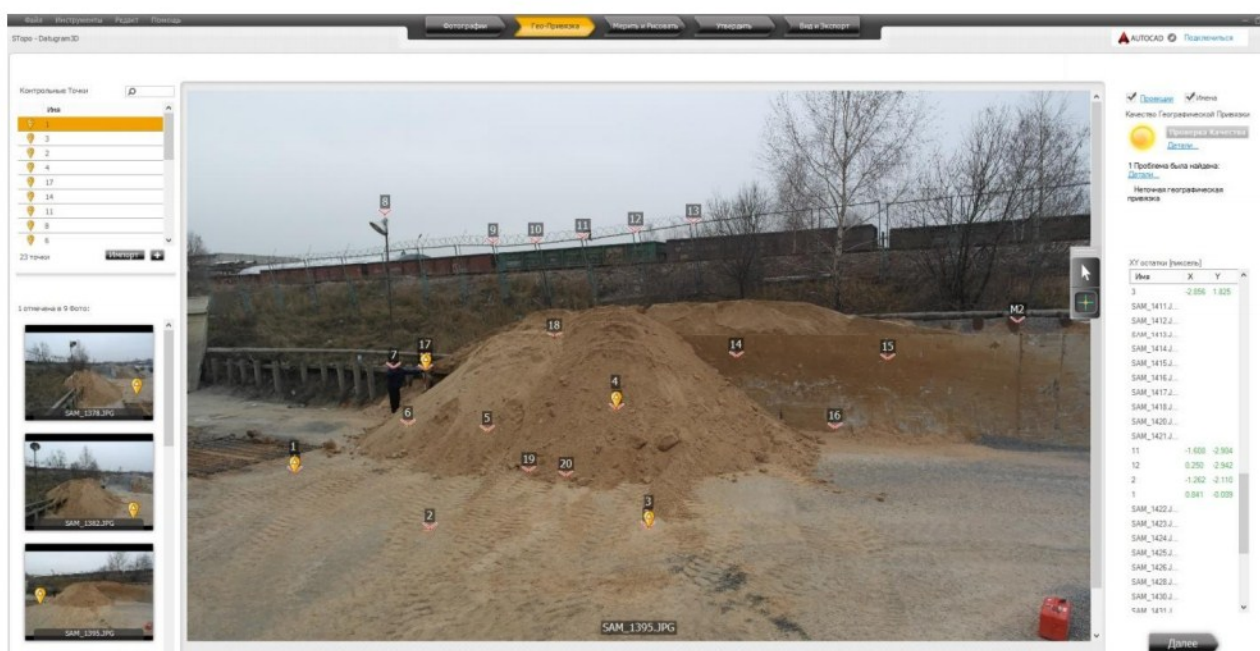


Рис.8. Фото без использования летательного аппарата

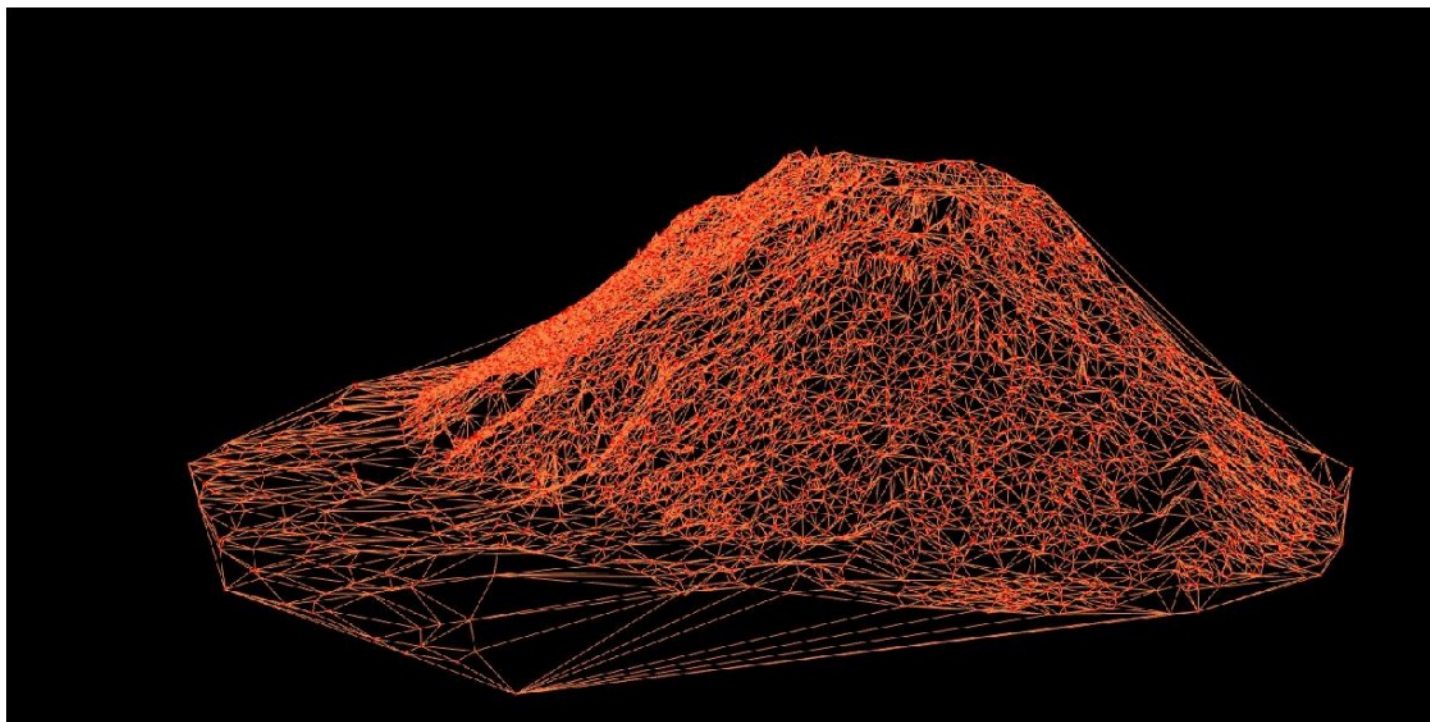


Рис.9. Модель насыпи песка

Фотографирование с земли возможно как с рук, так и с применением вспомогательных средств. При тестировании на некоторых объектах применялся штатив высотой около 3,5 метров. Подняв фотоаппарат на такую высоту, получаем большой угол обзора. По данному объекту, с помощью программы, было получено 11 000 точек (рис.9).

Обобщая выше изложенное, отметим преимущества использования программы Datugram™3D в геодезическо-маркшейдерских работах.

Программа Datugram™3D помогает: получать объемы, оперативно отслеживать изменения на объектах, создавать 3D-модели.

Время проведения съёмочных работ на объектах сокращается до 50%. Такое оперативное получение данных с объекта помогает своевременно скор-

ректировать действия компании, учитывая реальное состояние объекта на данный момент.

Внедрение самого программного продукта, после его приобретения, не требует дополнительных затрат, поскольку большинство организаций уже имеют в своем арсенале цифровой фотоаппарат и прибор для координирования точек. Программа не требует долгосрочного обучения. Трёхчасового семинара достаточно для полного погружения в среду и в основные принципы работы Datugram™3D, это связано с тем, что программа имеет очень простой интуитивно понятный интерфейс. Данные, которые мы получаем из программы, можно выгрузить в такие форматы, как DXF и TXT, которые воспринимаются любыми другими программными продуктами или также легко преобразовываются.

*Полина Андреевна Круглова, ведущий инженер отдела технической поддержки ООО «Датумэйт»
МИИГАуК, Геодезический факультет,
тел.(495) 983-10-87,
E-mail: polinak@datumate.com*

От редакции:

Datumate (Датумэйт) - ведущая израильская фирма, специализирующаяся на разработке геодезических экспертных систем. Среди клиентов **Datumate** следует назвать Израильский Центр Картографии (МАФИ), среди инвесторов - ведущие израильские инвестиционные фонды. В качестве основной технологии компании предлагается наземная фотограмметрия, позволяющая определять геометрические свойства объектов по фотографическим изображениям. Особое внимание уделяется решению проблем наземной фотограмметрии: калибровка фотокамер и последующая обработка изображений.

Подробнее с предлагаемыми компанией программными продуктами можно ознакомиться на официальном сайте <http://www.datumate.com>.

Здесь же представлены и обучающие видео уроки по рассмотренной программе DatuGram™3D.

УДК 622.831

В.В.Зубков, А.К.Бычин

О ВЛИЯНИИ КРУПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ТРЕЩИН НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРОВ

Представлены результаты моделирования влияния крупных техногенных трещин на устойчивость борта карьера. Установлено, что наибольшую опасность устойчивости борта карьера представляют техногенные трещины, параллельные борту карьера, если они расположены в 10-40 м от него. При падении техногенной трещины от борта карьера в прибортовой массив они не оказывают существенного влияния на его устойчивость в пределах этажа, где они расположены.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: техногенные трещины; борт карьера; фактор безопасности; устойчивость, коэффициента структурного ослабления.



Зубков В.В.

Бычин А.К.

Введение

При проектировании параметров бортов карьеров, с одной стороны, необходимо обосновать угол откоса, который позволит сокра-

тить объем вскрышных пород, а с другой стороны он должен соответствовать требованиям устойчивости. В соответствии с указания [1-2] по определению углов наклона бортов углы нерабочих бортов карьеров составляют 20-40 градусов. Однако анализ литературных источников показывает, что углы нерабочих бортов карьеров, сложенных скальными породами, могут составлять до 55 градусов. Обосновать такие углы существующими методиками расчета устойчивости невозможно, поскольку в них не учитывают напряженное состояние породного массива.

Общеизвестно, что структурно-геологические особенности, снижающие прочность и устойчивость откосов бортов карьеров в скальных породах, невозможно выявить с необходимой детальностью на стадии проектирования. Детальное изучение неблагоприятных для устойчивости карьеров структурно-геологических элементов производится в период строительства и эксплуатации месторождения.

С другой стороны, некоторые стадии проектирования карьеров можно проанализировать с использованием численного моделирования вариантов их отработки.

Численные методы анализа устойчивости бортов карьеров. Численные методы, используемые для анализа устойчивости бортов карьера, можно разделить на три направления: методы расчета для сплошной среды (МКЭ, МГЭ), методы расчета для дискретной среды (DEM) и гибридные модели. Мы выбрали метод отдельных элементов, а именно, программу UDEC [3]. При ее использовании породный массив может быть представлен как совокупность деформируемых блоков. Возможен анализ скольжения по контактам блоков, открытие/закрытие разрывных нарушений за счет контролируемых нормальной и сдвиговой жесткости контактов. В программе UDEC используют закон сила-смещение в специальном итерационном процессе между деформируемыми блоками и второй закон движения Ньютона, обеспе-

чивая смещения, возникающие в борту карьера. Влияние внешних факторов, таких как подземная добыча, землетрясения и давление грунтовых вод на деформацию породных блоков также может быть смоделировано.

Оценка фактора безопасности. Первая характеристика оценки устойчивости бортов карьера – фактор безопасности. Он вычисляется как отношение действующих напряжений в прибортовом массиве к напряжениям, приводящим к разрушению породного материала. В программе UDEC критерием разрушения породного массива принято условие Кулона-Мора.

Модель среды. Для оценки НДС прибортового массива горных пород используются следующие параметры: предел прочности на сжатие, предел прочности на растяжение, модуль деформации, угол внутреннего трения, коэффициент сцепления, объемный вес пород.

В механике горных пород хорошо известен тот факт, что лабораторные испытания физ.-мех. свойств породного массива не моделируют его поведение в целом. Другими словами, результаты лабораторных испытаний образцов керна пород не характеризуют прочность и упругость всего массива горных пород в целом. Влияние слоистости, трещиноватости и других структурных особенностей приводит к тому, что прочность и модуль упругости массива могут быть значительно меньше соответствующих величин в образце. Поэтому, для перехода от свойств в образце к свойствам в массиве используется так называемый коэффициент структурного ослабления $K_{стр}$. Он показывает степень уменьшения прочности в массиве по сравнению с образцом. Величину коэффициента структурного ослабления можно оценить по результатам испытаний на прочность породных образцов различных размеров. Обширный материал по этому направлению имеется в работах З.Бенявски, например, [4]. Асимптотическая зависимость уменьшения прочности в массиве по отношению к прочности образца

$$\text{имеет вид } K_{стр} = 2 + \frac{4000}{\sigma_{сж}^2}.$$

Например, в табл.1 приведены физ.-мех. свойства с учетом руд и пород месторождений ОАО Апатит, полученные ОАО Мурманская ГРЭ [5], и коэффициенты структурного ослабления для этих пород, рассчитанные по формуле З.Бенявски (рис.1).

Принимая во внимание определенную слож-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

ность в оценке коэффициента структурного ослабления для перехода от данных о физ.-мех. свойствах для образцов к породному массиву следует ввести дополнительный коэффициент запаса. По данным литературных источников и интернет-ресурсов минимальное значение коэффициента запаса составляет 20%.

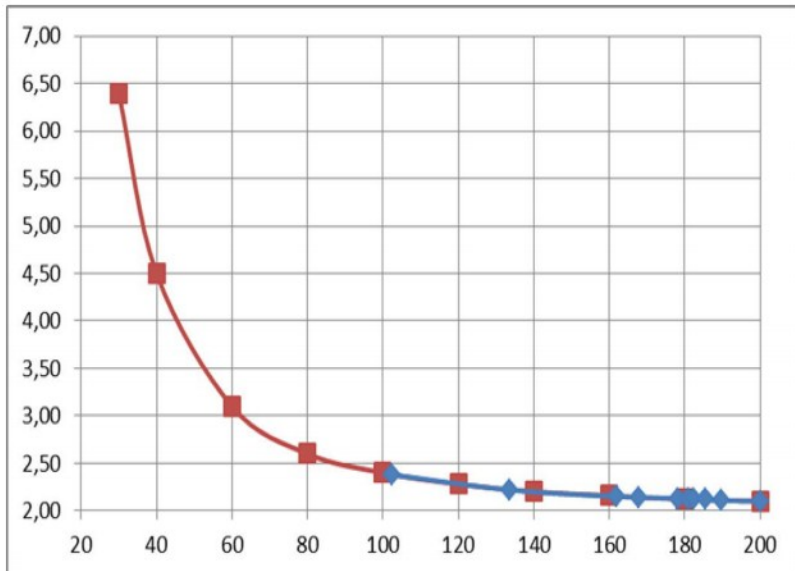


Рис.1. Коэффициент структурного ослабления
(красная линия – формула Бенявски, синяя линия – данные ОАО Мурманская ГРЭ)

В ряде работ по оценке прочностных свойств породного массива отмечается, что из-за длительности периода карьерной выемки необходимо вводить коэффициент структурного ослабления на физ.-мех. свойства прибортового массива для учета фактора времени. Анализ интернет-ресурсов и публикаций по данному вопросу, например, [6-10] показал, что коэффициент структурного ослабления по фактору времени составляет $k_{co}^t = 0,75$.

Устойчивость бортов глубоких карьеров, сложенных скальными породами, определяется природными и техногенными факторами, главными из которых являются:

- ориентировка крупных техногенных трещин относительно борта карьера;
- расположение основных систем техногенных трещин относительно друг друга;
- изменение напряженного состояния прибортового массива в процессе образования карьерной выемки;
- разрушение прибортового массива взрывными работами.

Таблица 1

Сводная таблица физ.-мех. свойств вмещающих горных пород и рудной толщи месторождений ОАО Апатит

Горные породы	Модуль упругости, ГПа	Предел прочности		сцепление, МПа	Угол внутреннего трения	$K_{стр}$
		на растяжение, МПа	на сжатие, МПа			
Руда пятнисто-полосчатая	129.6/60.6	13.0	167.9	26.9/12.6	57.0/26.6	2.14
Руда пятнистая	132.2/63.0	14.5	189.7	30.2/14.4	57.7/27.3	2.11
Руда блоковая	115.5/53.7	12.2	161.8	25.6/11.9	57.6/26.8	2.15
Руда массивная	112.4/52.8	12.8	178.1	27.6/13.0	56.3/26.4	2.13
Руда брекчевидная	100.6/45.3	11.2	133.5	21.7/9.8	57.1/25.7	2.22
Рискоррит ср-з массивный	70.8/29.7	8.6	102.3	41.0/17.2	37.0/15.5	2.38
Луяврит	84.0/39.6	14.6	180.9	65.0/30.7	35.0/16.5	2.12

Крупные трещины в бортах карьера, обусловленные техногенной деятельностью, обычно являются трещинами отрыва и оказывают решающее влияние на устойчивость прибортовых массивов. Известно, что сильное влияние на устойчивость тех или иных уступов и бортов карьера оказывают не все системы трещин, а только те, которые по условиям залегания могут служить возможными поверхностями скольжения при деформации уступов и бортов.

Понятно, что охватить все многообразие систем расположения техногенных трещин невозможно, поэтому в данной статье мы рассмотрим лишь одну из таких систем трещин.

Оценка влияния крупных техногенных трещин. Расчет устойчивости борта карьера в зоне влияния техногенных трещин рассмотрим на примере разреза 5 карьера Центральный ОАО Апатит, для ко-

торого коэффициент запаса составляет $n=1,5$. Согласно данным предварительных расчетов, для условий данного карьера можно принять значение сцепления $C=3,2$ МПа и угла внутреннего трения $\varphi=35^\circ$, при которых фактор безопасности $FS=1,54$ близок к коэффициенту запаса.

Рассмотрим ситуацию, когда техногенная трещина образовалась в пределах горизонтов 400-545 м и параллельна падению борта карьера (рис.2). Если техногенная трещина такого типа расположена в 15 м от 1 уступа, то максимальное снижение фактора безопасности 10%. Однако максимальные горизонтальные смещения в этом случае достигают 40 см (рис.2), т.е. при таком размере техногенной трещины часть борта в пределах данного этажа разрушится. Аналогичная ситуация в случае, если техногенная трещина расположена в 20 м от 1 уступа.

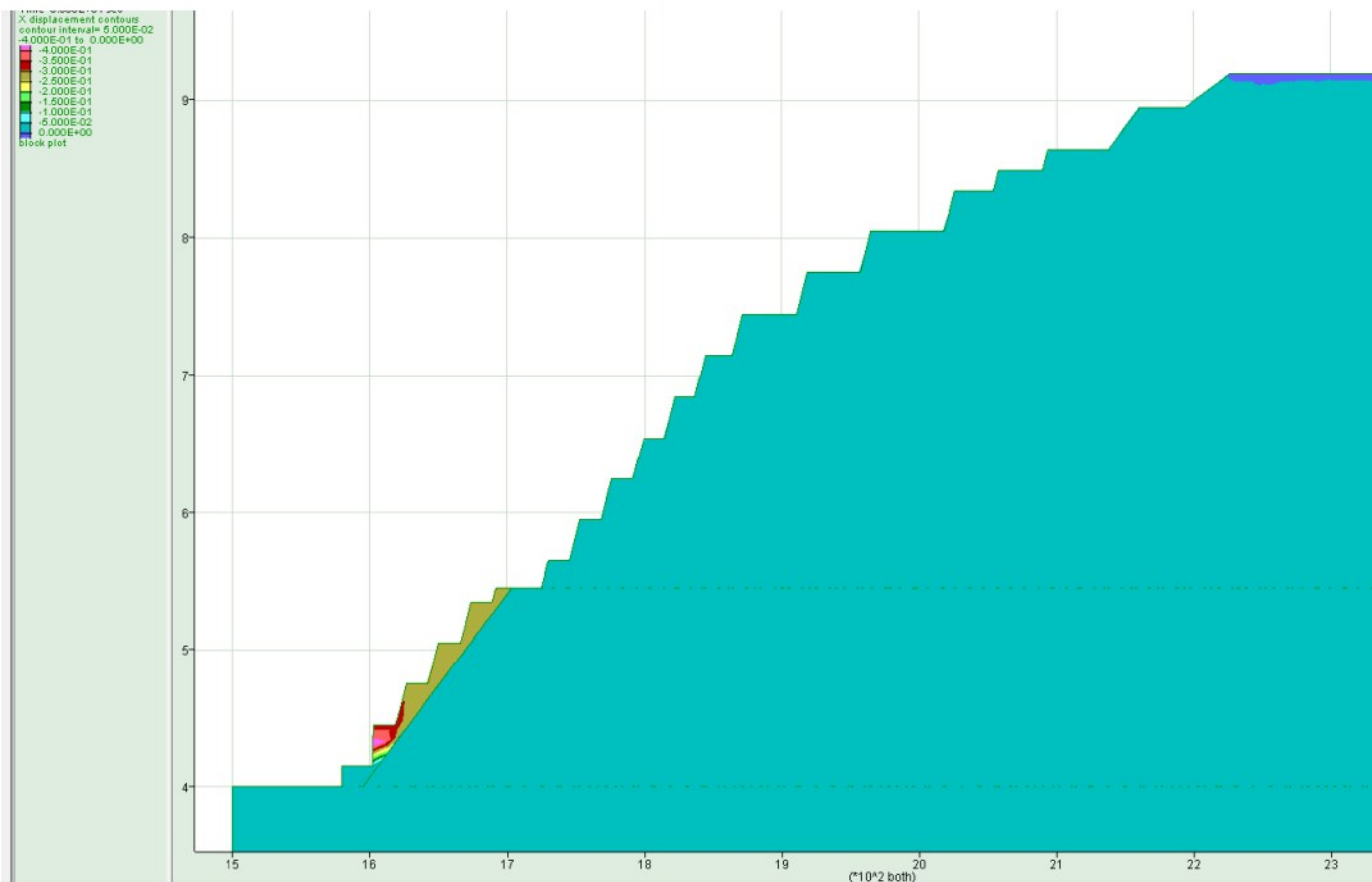


Рис.2. Горизонтальные смещения борта карьера на горизонтах 400-545 м

Если техногенная трещина расположена в 30 м (или более) от 1 уступа, то максимальные горизонтальные смещения не превосходят 5 см на некоторых кромках бортов карьера.

Если техногенная трещина такого типа параллельна борту карьера на горизонтах 545-745 м, то максимальное снижение фактора безопасности 15%, когда она расположена в 10 м от 1 уступа на горизонте 745 м. Однако максимальные горизонтальные смещения таковы, что при таком размере техногенной трещины часть борта в пределах данного этажа разрушится.

Аналогичная ситуация в случае, если техногенная трещина расположена в 20-40 м от 1 уступа на горизонте 745 м.

Если техногенная трещина расположена в 50 м от 1 уступа, то максимальные горизонтальные смещения достигают 16 см на всех кромках борта карьера в пределах данного этажа.

Рассмотрим ситуацию, когда техногенная трещина образовалась в пределах горизонтов 400-545 м и падает от борта карьера в массив (рис.3а). Если техногенная трещина такого типа, то максимальное снижение фактора безопасности 5%, а максимальные горизонтальные смещения возрастут до 10 см. Сле-

довательно, техногенные трещины такого типа не оказывают существенного влияния на устойчивость борта карьера в пределах данного этажа.

Если техногенная трещина образовалась в пределах горизонтов 545-745 м и падает от борта карьера в массив (рис.3б), то максимальное снижение фактора безопасности 7%, а максимальные горизонтальные смещения возрастут до 7 см. Следовательно, техногенные трещины такого типа не оказывают существенного влияния на устойчивость борта карьера в пределах данного этажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наибольшую опасность устойчивости борта карьера представляют техногенные трещины, параллельные борту карьера, если они расположены в 10-40 м от него.

При падении техногенной трещины от борта карьера в прибортовой массив они не оказывают существенного влияния на его устойчивость в пределах этажа, где они расположены.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

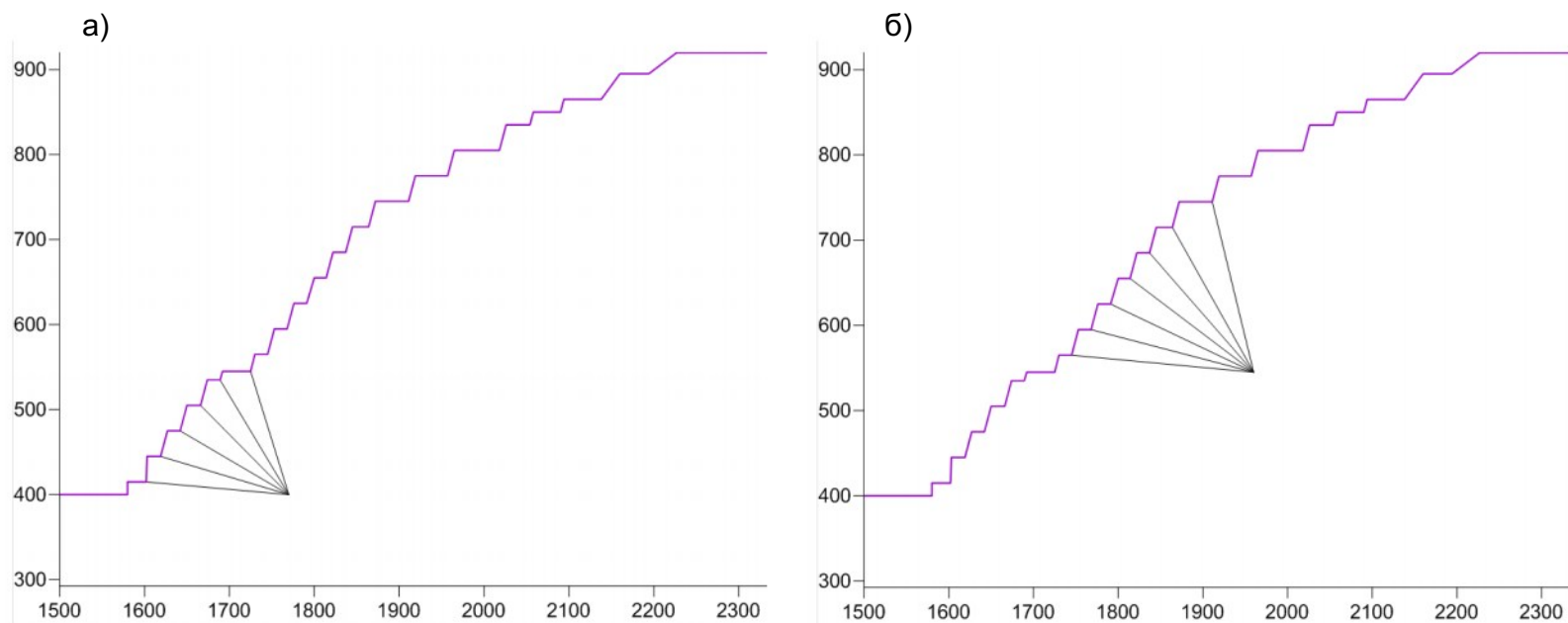


Рис.3. Расчетная схема при падении техногенной трещины от борта карьера в прибортовой массив

Литература

1. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. -Л. ВНИМИ 1972. 166 с.

2. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. С-Петербург, ВНИМИ 1998. 208 с.

3. Itasca Software Products - FLAC, FLAC3D, UDEC, 3DEC, PFC2D/3D. 2001. Itasca Consulting Group Inc.: Minneapolis.

4. Beniaowski Z.T., 1989. Engineering Rock Mass Classification. Wiley, New York. 251 p.

5. Изучение геолого-структурного строения и инженерно-геологических условий массива пород восточной части месторождения плато Расвумчорр в разрезах 0-12В. ОАО Мурманская ГРЭ. Апатиты, 2012.

6. Методические указания по лабораторным испы-

таниям пластических свойств горных пород. Л. ВНИМИ. 1972.

7. Барях А.А., Константинова С.А., Асанов В.А. Деформирование соляных пород. Екатеринбург. 1996.

8. Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г. Экспериментальная физика и механика горных пород. С.-Петербург. "Наука". 2001.

9. Окатов Р.П., Низаметдинов Ф.К., Бондаренко Т.Т. Учет временного и температурного факторов при построении критериев прочности горных пород. ФТПРПИ, № 2, 2003, с. 38-42.

10. Шпаков П.С., Ожигина С.Б., Цай Б.Н., Ожигин С.Г., Шпакова А.П. Численно-аналитический способ расчета устойчивости карьерных откосов с учетом временного фактора.

Виктор Васильевич Зубков, д-р техн.наук, главный научный сотрудник Научного центра геомеханики и проблем горного производства, тел. 8-911-944-5199, E-mail: VVZubkov@yahoo.com;

Андрей Константинович Бычин, аспирант кафедры Безопасности Производства, тел. (812) 321-8547, E-mail: bychin@spmi.ru

(Национальный минерально-сырьевой университет "Горный")

Уважаемые коллеги!

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» информирует о создании интернет - площадки «Маркшейдерский клуб» (адрес: <http://smr-club.ru>) для обсуждения и обмена информацией по специальным проблемам, создания условий для взаимоконсультаций.

Доступ к ресурсу предоставляется членам Союза маркшейдеров России по кодам, основанным на фамилиях и номерах удостоверений членов СМР.

В настоящее время открыты разделы:

- «Вопросы-ответы» (для взаимных консультаций, обсуждения специальных проблем);
- «Кадровый резерв» (сведения о специалистах ищущих работу, вакансии компаний);
- «Награждение» (консультации по заполнению наградных документов);
- «Члены СМР» (для уточнения контактных данных).

Убедительная просьба ко всем членам СМР войти в раздел «Члены СМР», найти себя, войти в персональную информационную ячейку и уточнить данные. Это необходимо как для ведения официальной отчетности перед госорганами, так и для развития системы информирования о мероприятиях СМР.

Редакция «МВ»

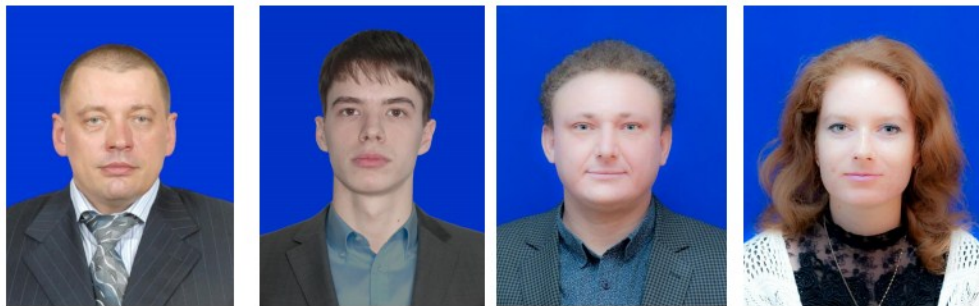
УДК 622.271

В.Н.Долгоносов, А.А.Нагибин, Д.В.Мозер, Е.В.Кайгородова

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРОВЛИ ОЧИСТНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ПРОГРАММЕ «PHASE 2»

Выполнено исследование закономерностей обрушения основной кровли лавы 312-Д6-1-3 на шахте «Казахстанская», пройденной по пласту Д-6 мощностью 2,7 м. Обрушение основной кровли является одним из важнейших вопросов, стоящих перед маркшейдерской службой при подземной разработке угольных месторождений. Периодические зависания и обрушения основной кровли определяют закономерности сдвижения подработанного массива, а также газодинамические процессы и явления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: очистное пространство; напряжение; коэффициент безопасности.



В.Н.Долгоносов А.А.Нагибин Д.В. Мозер Е.В.Кайгородова

Исследование закономерностей обрушения основной кровли является одним из важнейших вопросов, стоящих перед маркшейдерской службой при подземной разработке угольных месторождений. Периодические зависания и обрушения основной кровли определяют закономерности сдвижения подработанного массива, а также газодинамические процессы и явления. По выражению проф. А.А.Борисова: «Прогнозирование осадок основной кровли является одной из самых насущных задач горной науки и практики, так как это является ключом к пониманию всего процесса сдвижения: от начала очистной выемки и до оседания земной поверхности» [1].

Лавы 312-Д6-1-3 на шахте «Казахстанская» смонтирована и запущена летом 2013 г. Лавы отработывала верхний слой пласта Д-6 мощностью 2,7 м по простиранию пласта на западном крыле шахтного поля (рис.1).

Угол падения пласта составляет 7-14°. Длина очистного забоя у монтажной камеры составляет 215 м, а далее (с ПК 11+8 по вентиляционному штрэку) длина лавы увеличивается до 240 м. Средняя глубина ведения горных работ по центру очистного забоя составляет 460-490 м. Управление кровлей в лаве – полное обрушение.

Численное моделирование напряженно-деформированного состояния массива выполнено при помощи программы «Phase 2» (www.rocscience.com) [1].

«Phase 2» представляет собой специальную программу для моделирования методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния массива при ведении строительных и горных работ в породах с различными механическими характеристиками. Программа «Phase 2» может быть использована для решения широкого круга инженерных задач, включающих проектирование и конечно-элементный анализ устойчивости. Программа позволяет быстро создавать и анализировать сложные, многостадийные модели: туннели в хрупких и многослойных

скальных породах, глубокие подземные шахты, карьеры и наклонные выработки, насыпи, дамбы, земляные сооружения и многое другое.



Рис.1. Лавы 312-Д6-1-3

На рис.2 схематично построен разрез на первые

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

120 м подвигания лавы от целика монтажной камеры по данным разведочных геологических скважин №22579 и №22562.

В непосредственной кровле пласта Д-6 залегает слой аргиллита мощностью 2,2 м ($\sigma_{сж}=16$ МПа), выше располагается слой алевролита мощностью 36,5 м ($\sigma_{сж}=40$ МПа).

При моделировании массива горных пород и грунтовых слоев в программе используются модели (теории) Мора-Кулона и Хука-Брауна [3, 4].

Для моделирования напряженно-деформированного состояния массива при отработке пласта Д-6 разработана многостадийная модель на

первые 50 м подвигания лавы 312-Д6-1-3 (10 шагов по 5 м), представленная на рис.3.

Графическое изображение значений максимальных главных (вертикальных) напряжений σ_1 представлено на рис.4.

На рис.4 прослеживается формирование зон разгрузки и растягивающих вертикальных напряжений в кровле и почве очистной выработки (4...2 МПа), а также формирование зон опорного давления по краям выработки (20...30 МПа). При невозмущенном (естественном) напряженном состоянии $\sigma_1=\gamma H=11...12$ МПа.

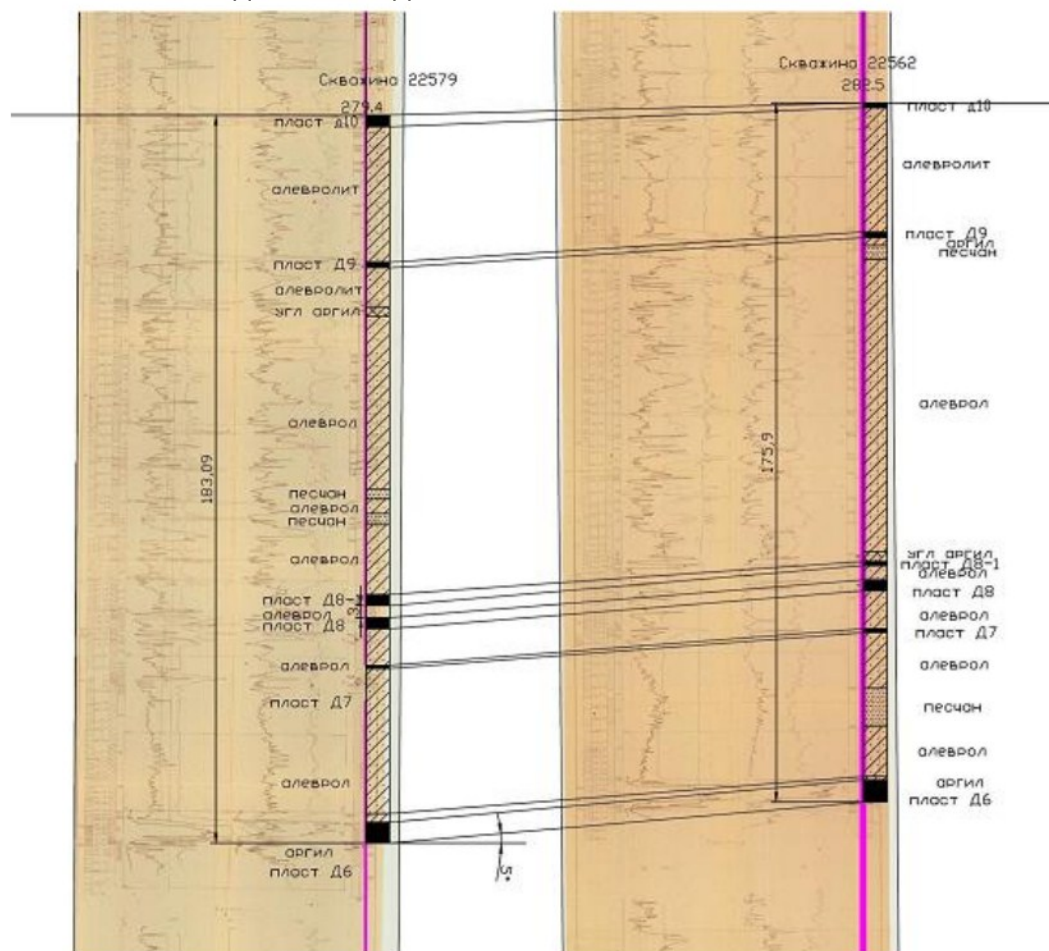


Рис.2. Разрез по скважинам №22562 и №22579

Данная ситуация приводит к формированию куполов и обрушений в кровле и возникновению условий для пучения слабых пород почвы.

Графическое изображение значений минимальных главных (горизонтальных) напряжений σ_3 представлено на рис.5.

На рис.5 прослеживается формирование зон разгрузки и растягивающих горизонтальных напряжений в кровле и почве очистной выработки (0...-7 МПа).

Это очевидные зоны разрушения, так как при невозмущенном (естественном) напряженном состоянии $\sigma_3=\lambda\gamma H=3,5...4,0$ МПа.

На рис.6 представлено распределение коэффициента безопасности (коэффициента запаса) в точках массива.

На рис.6 также прослеживается динамика формирования зон разрушений в кровле и почве очистной выработки.

Выполнен прогноз шагов обрушения лавы 312-

Д6-1-3. В расчетах использованы данные по разведочной скважине №22579.

Прогнозные значения шагов обрушения:

- по методике Пака Г.А.:

$$L_1 = 49,3 \approx 50,0 \text{ м}, L_2 = 20,1 \approx 20,0 \text{ м};$$

- по методике ВНИМИ:

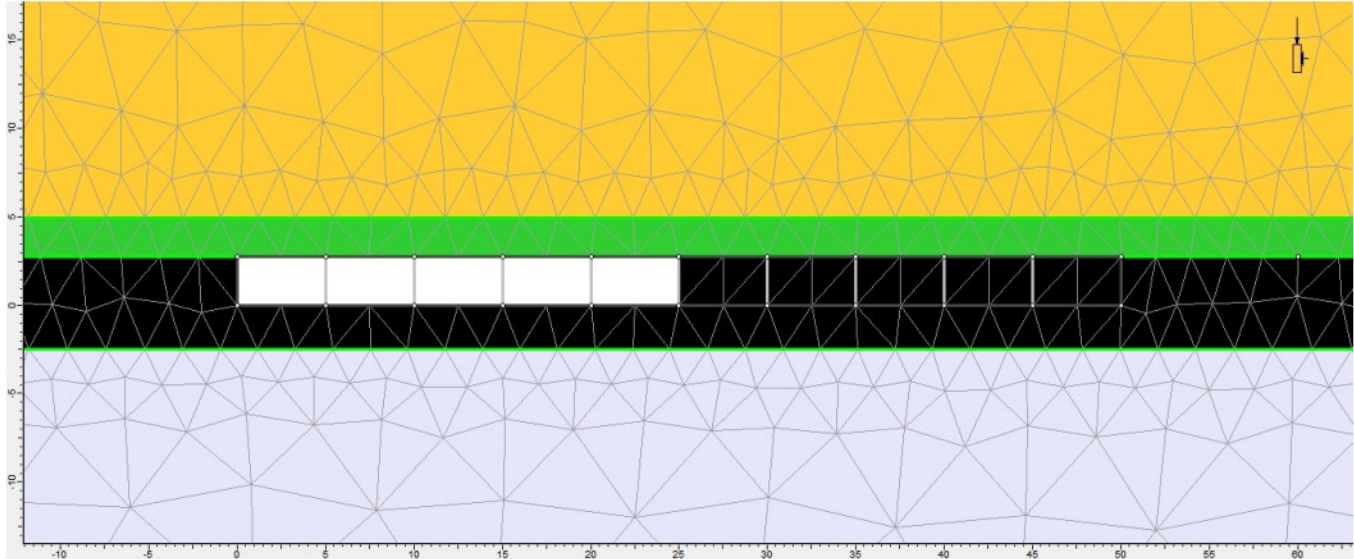
$$L_1 = 63,3 \approx 63,0 \text{ м}, L_2 = 19,4 \approx 20,0 \text{ м}.$$

Наблюдения, выполненные маркшейдерской службой шахты, показали, что первичное обрушение произошло на удалении 54-57 м от целика монтажной камеры.

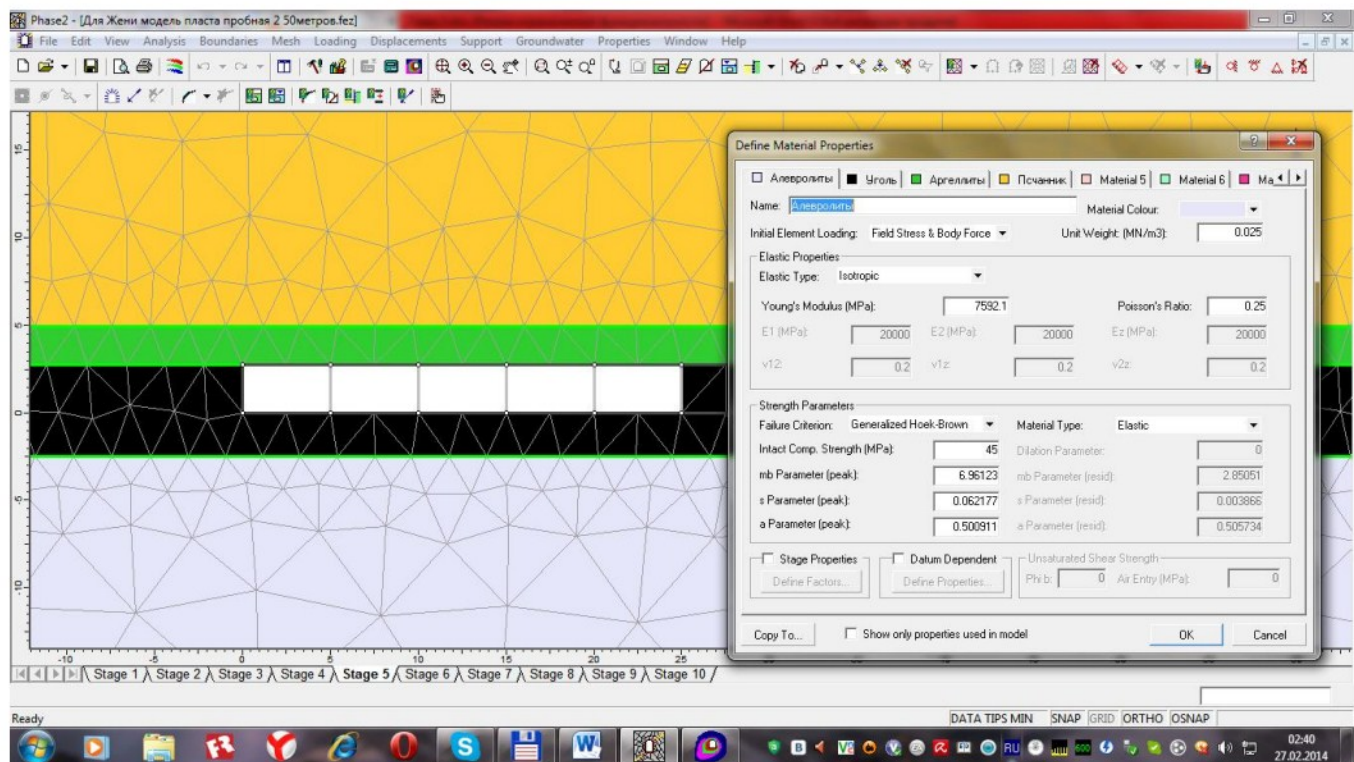
В начале августа 2013 г. по центру очистного забоя произошло газодинамическое явление с большим выделением метана и резким взбучиванием почвы в районе секции 75-90. На участке длиной примерно 20 м подняло рештаки до 1 м. В лаве наблюдалось очень сильное газовыделение, в связи с чем была снижена нагрузка на очистной забой с 4500 до 3500 тонн в сутки [5].

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

а) стадия 5



б) стадия 5 (окно свойств материала)



в) стадия 10

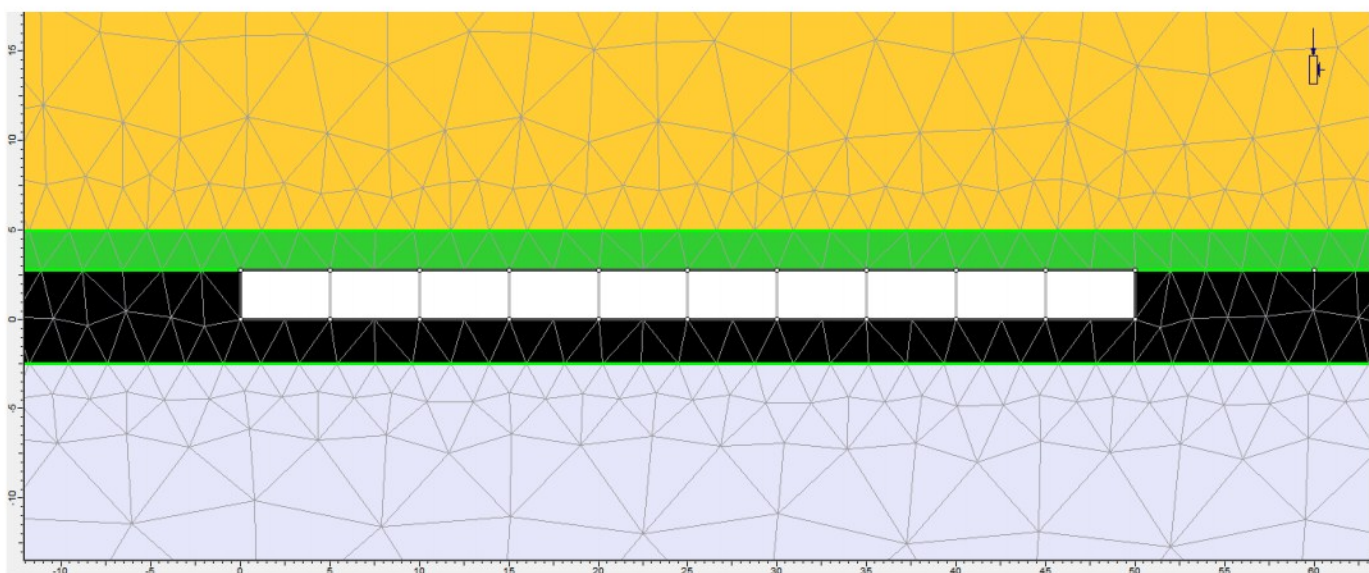


Рис.3. Моделирование в «Phase 2» очистного пространства

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

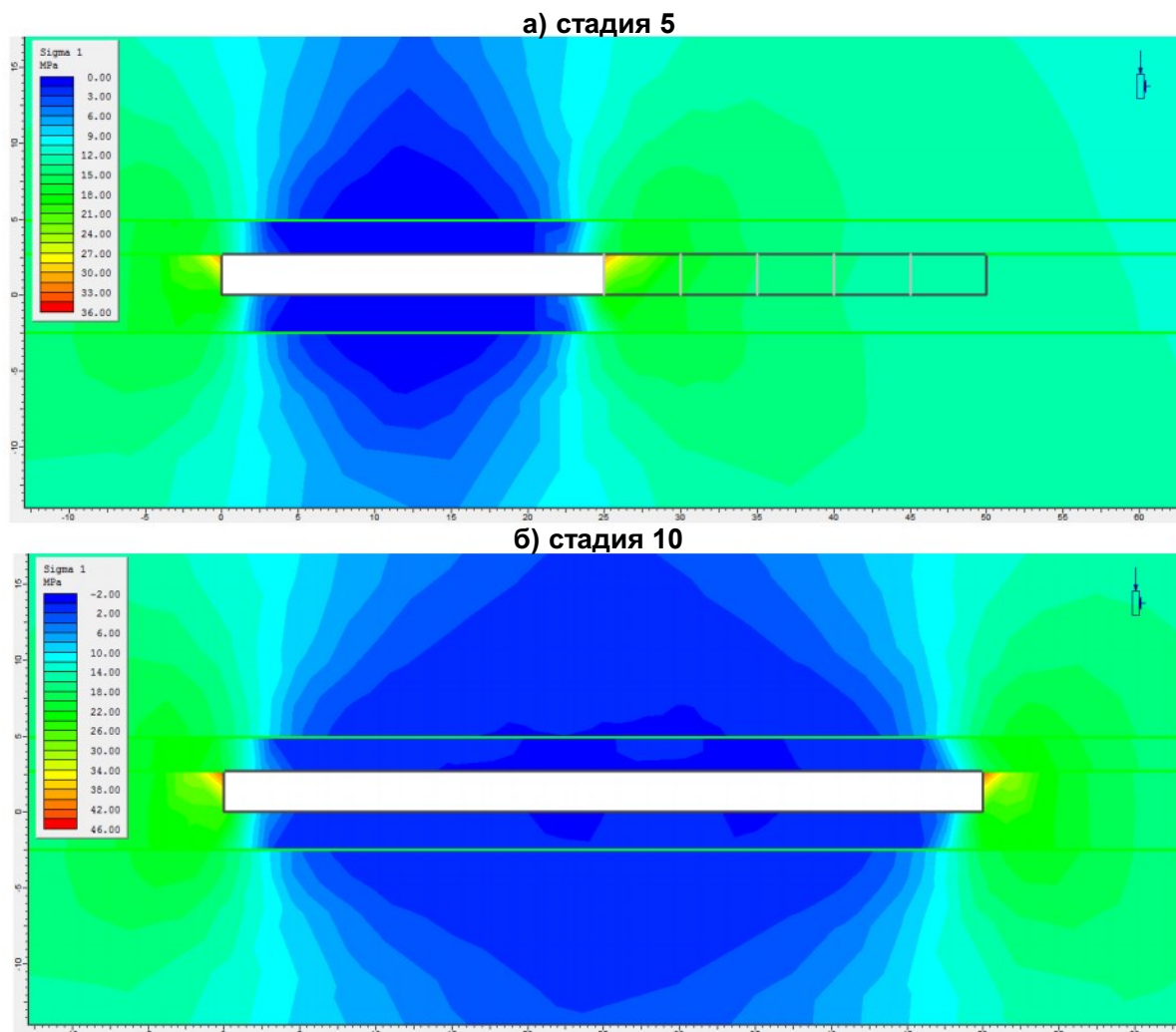


Рис.4. Значения максимальных главных напряжений σ_1

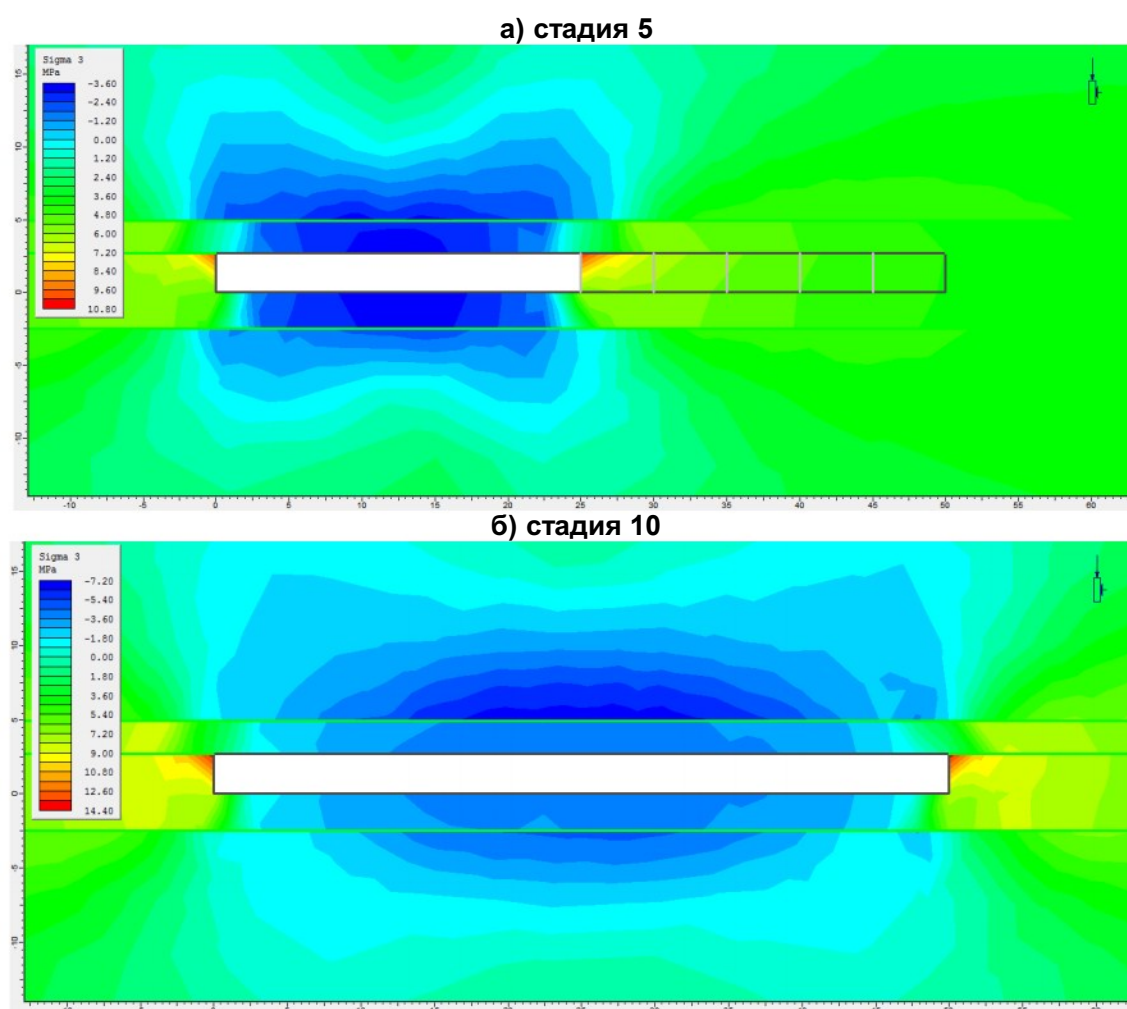


Рис.5. Значения минимальных главных напряжений σ_3

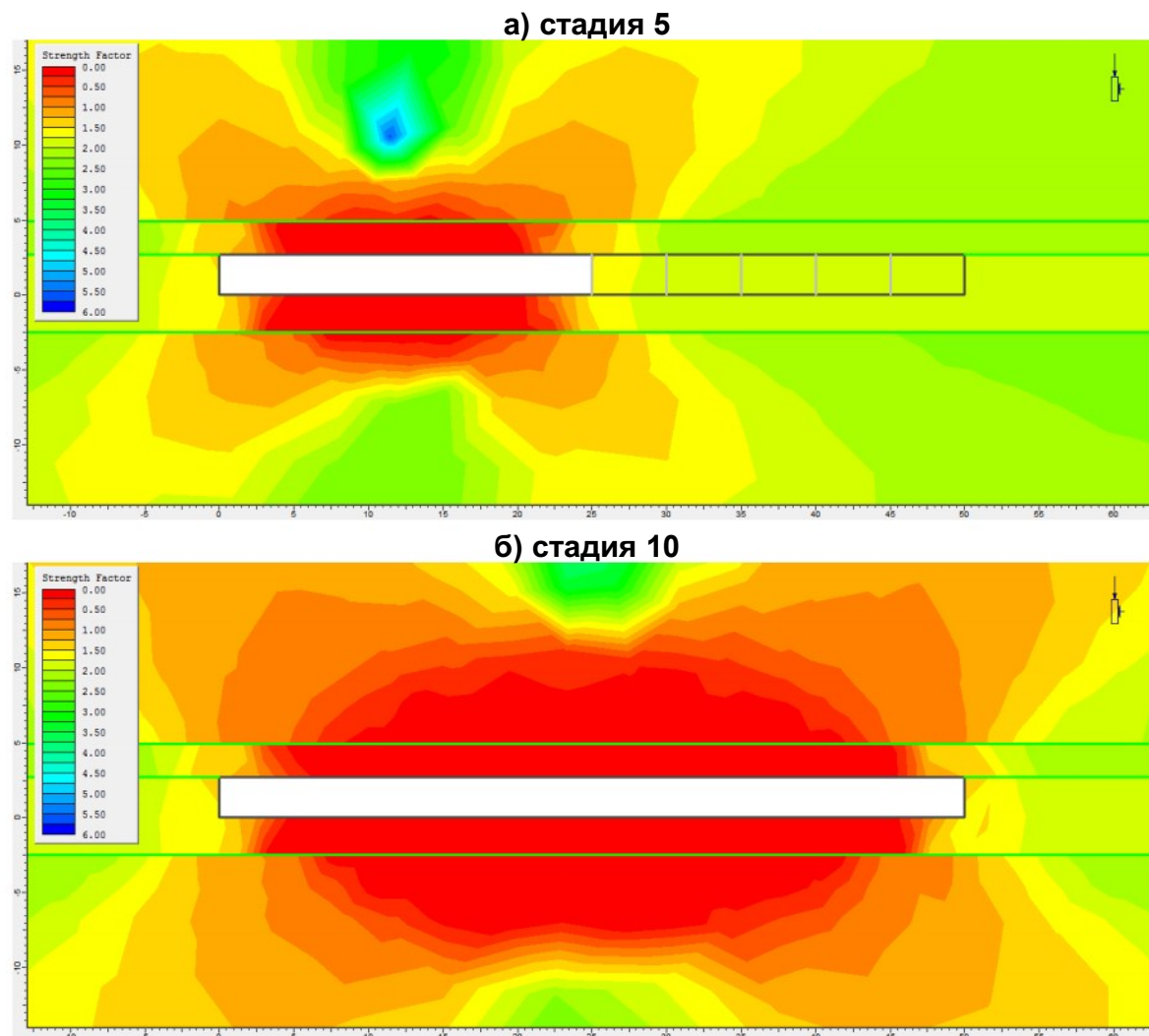


Рис.6. Распределение значений коэффициента безопасности

В середине августа газодинамическое явление повторилось. Отход от монтажной камеры составил порядка 170 м.

Отработка лавы 312-Д6-1-3 на всем протяжении выемочного столба сопровождалась газодинамическими явлениями с большим выделением метана и пучением почвы. Данные негативные явления связаны, в частности, и с предварительной дегазацией пласта Д6 скважинами НГРП, что привело к его сильной нарушенности и существенно осложнило отработку пласта.

Зафиксированные события подтверждают гипотезу о взаимосвязи газодинамических явлений с шагами обрушения основной кровли и необходимости дальнейших исследований геомеханических процессов при ведении очистных работ с использованием, в том числе и методов численного моделирования.

Литература

1. Борисов А.А. *Механика горных пород и массивов.* – М, «Недра», 1988.
2. www.rocscience.com.
3. E.T.Hoek. *Practical rock Engineering.* – www.rocscience.com, 2006.
4. Долгоносов В.Н. *Управление состоянием горного массива: учебное пособие.* – Караганда: изд-во КарГТУ, 2012. – 172 с.
5. Пак Г.А., Бедарев А.С., Долгоносов В.Н., Кайгородова Е.В. *Прогноз шагов обрушения кровли в лаве 312-Д6-1-3 на шахте «Казахстанская». III-я Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера», Караганда, 20-21 сентября 2013, С. 178-181.*

Виктор Николаевич Долгоносов, д-р техн.наук, профессор кафедры МДиГ;

Алексей Александрович Нагибин, магистр техн.наук, преподаватель кафедры МДиГ, мл. науч. сотр.

НПЦ «КазГеоСкан», тел.87015523779, E-mail: alex_e1@mail.ru, mailto:gnadezhda2011@yandex.kz;

Мозер Дмитрий Владимирович, канд.техн.наук, ст.преподаватель кафедры МДиГ, научный руководитель НПЦ «КазГеоСкан», тел.87017388223, E-mail: dmitri-moser@yandex.ru;

Евгения Владимировна Кайгородова, магистр (Карагандинский государственный технический университет)

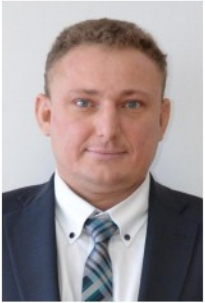
УДК 528.8.042

Д.В.Мозер, Н.И.Гей, А.А.Нагибин

РЕЗУЛЬТАТЫ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДРАБОТАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА КАРАГАНДЫ ПО ДАННЫМ СО СПУТНИКА ENVISAT

Рассмотрены вопросы применения спутниковой радарной интерферометрии для мониторинга процессов сдвижения земной поверхности подработанных шахтами Карагандинской области и Октябрьского района территорий, выполнено сопоставление полученных результатов с планами отработки шахтных полей. Показана возможность использования данных космического зондирования для контроля порядка отработки месторождений, а также предотвращения опасных деформаций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дистанционное зондирование земли; мониторинг; наблюдения; подработанные территории; деформации; спутниковая радарная интерферометрия.



Д.В.Мозер



Н.И.Гей



А.А.Нагибин

Введение

На территории города Караганды имеется большое количество шахт, ведущих интенсивную добычу угля, что приводит к оседаниям земной поверхности. В области формирующихся мульд сдвижения образуются заболоченные территории, появляются трещины в стенах и фундаментах зданий. Наблюдение за данными изменениями в рельефе и геодинамическими процессами с применением традиционных наземных методик, таких как нивелирование и тахеометрическая съемка, является довольно трудоемким процессом с большими временными затратами, который к тому же не позволяет получить полную картину процессов, происходящих вне пределов профильных линий или на труднодоступных участках. Технология спутниковой радарной интерферометрии для мониторинга таких явлений позволяет сократить время между этапами сбора данных и получения актуальной на данный момент картины сдвижений земной поверхности, при этом охватывая гораздо большие территории 30×30 км. Радарной интерферометрической съемкой в Республике Казахстан в настоящее время занимаются зарубежные компании. Сотрудниками КарГТУ разрабатывается новый комплексный метод наблюдения за деформациями подработанной территории города Караганды, состоящий из взаимосвязи спутниковой радарной интерферометрии, нивелирования заложенных наблюдательных линий, GPS-измерений и геомеханических расчетов. В данной статье приведены результаты исследования проявления геодинамических процессов на земной поверхности Карагандинской области.

1. Разработка мониторинга подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна

В настоящее время Казахстан занимает 8 место в мире по запасам угля. Добыча приводит к образованию в горном массиве пустот, которые служат причиной сдвижения земной поверхности. Классический метод предотвращения сдвижений

Земли путем закладки пустот материалом из-за экономической составляющей в Казахстане применяется крайне редко, поэтому часто происходят обрушения. Только в 2014 г. обрушения произошли в нескольких городах Казахстана: Риддер, Караганда и Кокшетау. Шахты Карагандинской области находятся на близком расстоянии по отношению друг к другу, и в городе Караганда, который оказался в центре огромного горнодобывающего района, происходят достаточно опасные процессы просадки земной поверхности в местах, подработанных подземными выработками.

Целью исследования является разработка комплексного метода мониторинга сдвижения поверхности Земли, внедрение современных методик мониторинга, к которым относится спутниковая радарная интерферометрия.

2. Современные методы дистанционного зондирования земли

В настоящее время вопросами радарной интерферометрии в Европе занимаются следующие университеты: Технический университет Клаусталь Prof., Dr.Wolfgang Busch, научно-исследовательский институт Фраунгофера Dr.Eckart Michaelson, в Ганновере - Университет Ляйбниц Институт фотограмметрии и геоинформатики Prof., Dr.Uwe Sörgel, в Барселоне (Испания) Средиземноморский технологический парк Prof. Dr.Guido Luzi и Dr.Michele Crosetto, Пермский государственный технический университет - Кашников Ю.А., Иркутский государственный технический университет - Охотин А.Л., Сибирская государственная геодезическая академия - Середович В.А. [1-8]

2.1. Анализ данных со спутника ENVISAT

Для реализации проекта по мониторингу современных геодинамических процессов города Караганды была подана заявка в Европейское космическое агентства «Research of the geodynamic processes of Karaganda city with application of a satellite radar interferometry» на получение 29 архивных снимков со спутника ENVISAT.

Обработка космических снимков производилась в программном комплексе ENVI модуль SARscape, который был приобретен на кафедре Маркшейдерского дела и геодезии Карагандинского государственного технического Университета в рамках грантового финансирования МОН РК.

На первом этапе обработке данных произведено импортное расширение *.N1 в *.cls и обработка базовых

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

линий. По данным исследования составлен график зависимости временного фактора от критической базовой линии по снимкам спутника ENVISAT track 363 (рис. 1).

Вторым шагом обработки является выбор пар для интерферометрической обработки из общего числа возможных пар по некоторым критериям: максимально допустимой базовой линии и максимально допустимому временному промежутку между съемками. Временной базой называют промежуток времени, прошедший между съемкой изображений, составляющих интерферометрическую пару [4,7,8,9].

На третьем этапе обработки данных построена цифровая модель рельефа ЦМР. На территорию Казахстана данные SRTM доступны с пространственным разрешением около 90 м. Для создания ЦМР г. Караганды использована пара снимков спутника ENVISAT - 31.07.2010 г. и 09.10.2010 г.

Обработка данных была выполнена в модуле SarScape по временной лицензии официального дистрибьютора ENVI в России – компании Совзонд. Программный комплекс SarScape представляет собой набор дополнительных модулей к программе ENVI, которые позволяют выполнять предварительную и тематическую обработку радарных снимков. Модуль Interferometry, в котором была выполнена обработка данных, позволяет интерферометрически обработать радарные данные с получением на выходе ЦМР либо карты смещений земной поверхности. Для получения карты смещений использовались радарные снимки со спутника ENVISAT ASAR с 2003 по 2011 г.

Основным выходным файлом данной процедуры является дифференциальная интерферограмма, представляющая собой результат вычитания синтезированной фазы рельефа из комплексной интерфе-

рограммы [10,11].

2.2. Практическое применение спутниковой радарной интерферометрии при наблюдении вертикальных сдвижений подработанных территорий

По результатам обработки пар радарных снимков со спутника ENVISAT получена карта оседания поверхности, гражданских и промышленных объектов, а также шахтных полей, разрабатываемых шахтами Карагандинской области и Октябрьского района.

Геокодирование и калибровка выполнены относительно ранее полученной авторами цифровой модели рельефа города Караганды. По результатам обработки и расчетов на территории города наблюдаются как стабильные участки с незначительными смещениями, так и местности с явно прогрессирующими процессами оседаний.

Согласно совмещенной интерферограмме, территория металлургического комбината Арселор Миттал Темиртау находится в стабильном состоянии, значения оседаний находятся в пределах точности полученных снимков, кругом на снимках показаны точки, по которым построены графики оседаний (рис.2).

В 2013 г. в районе расположения дымовых труб на коксохимпроизводстве ХУ-1 были зафиксированы оседания земной поверхности, которые составляют 40 мм за отчетный период (рис.3).

Территория Майкудука и города Абай также находится в стабильном состоянии, так как шахты на данной территории не расположены, подработка не ведется (рис.4, 5).

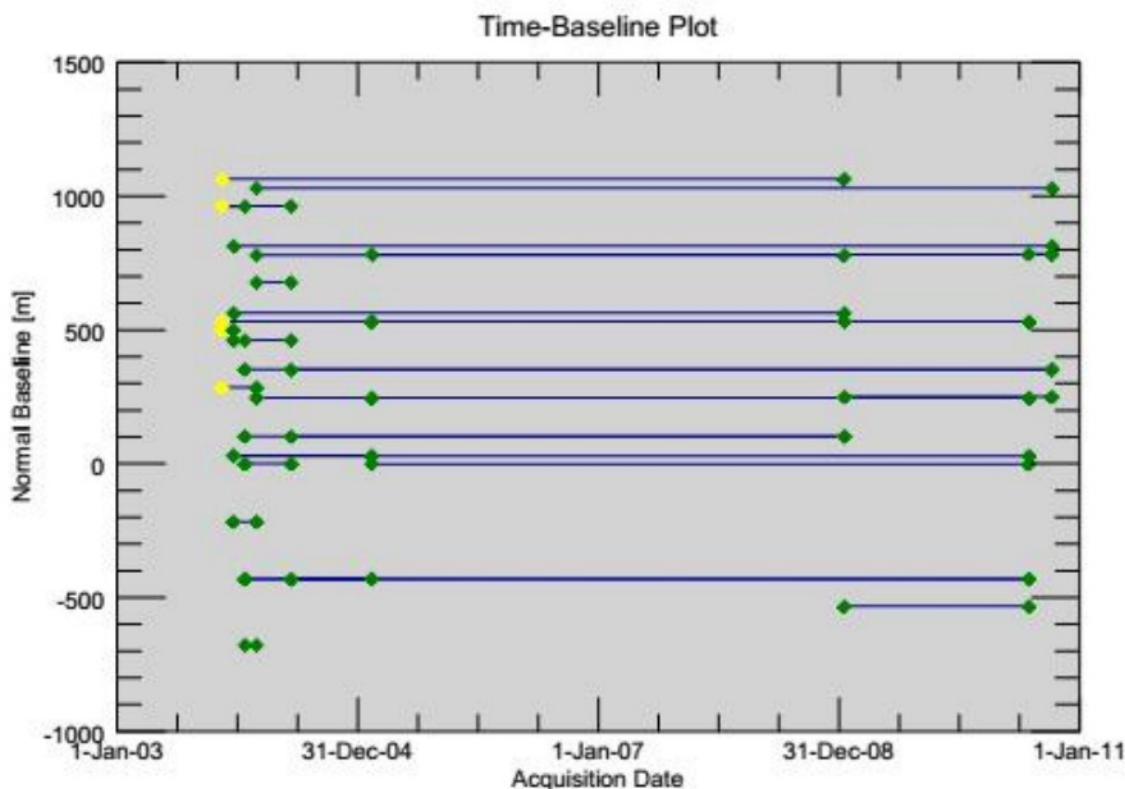


Рис.1. Схема зависимости временного фактора снимков со спутника ENVISAT - track 363 от критической базовой линии

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

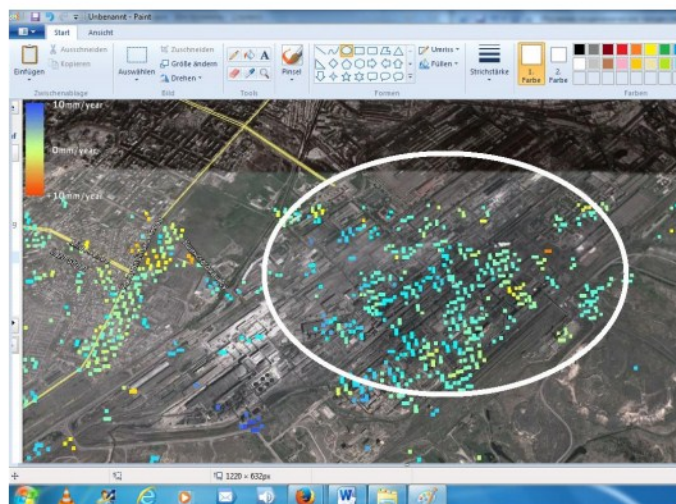


Рис.2. Территория завода Миттал Стил Темиртау

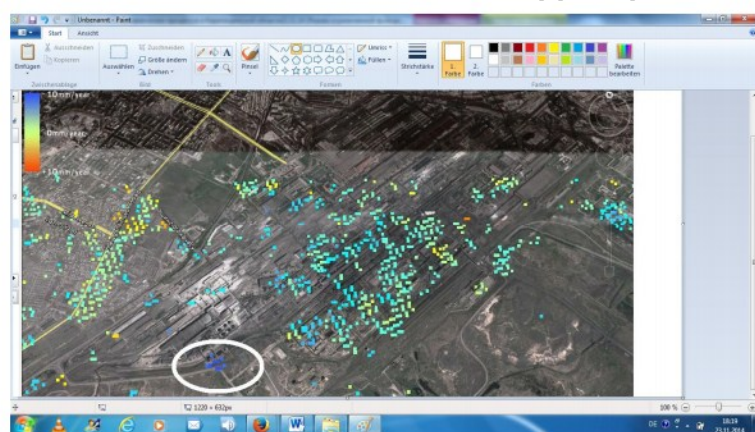
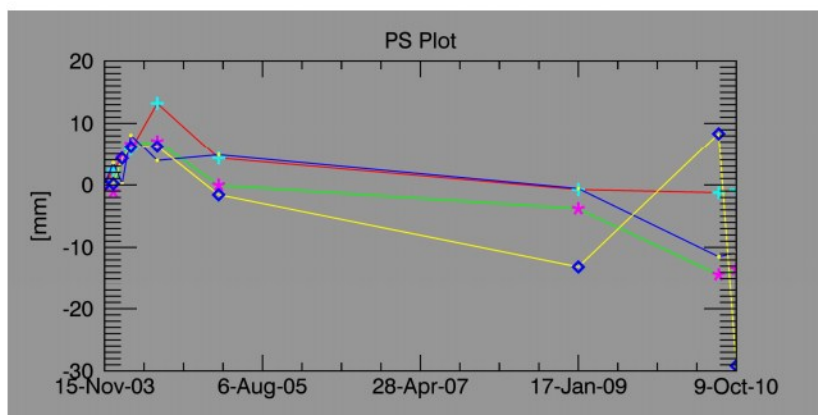


Рис.3. Оседания поверхности земли в районе труб завода Миттал Стил Темиртау

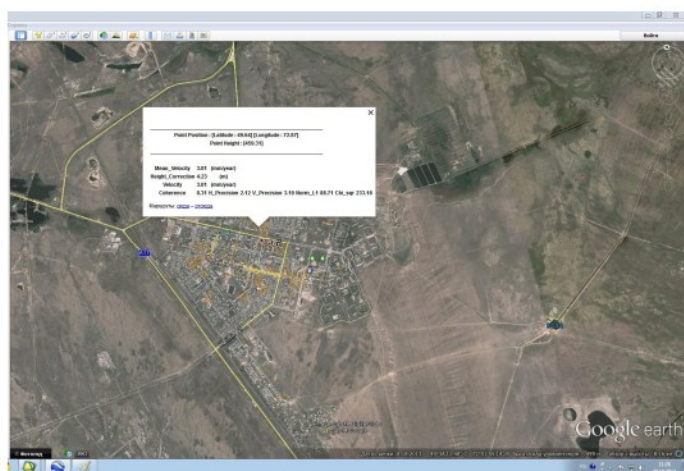
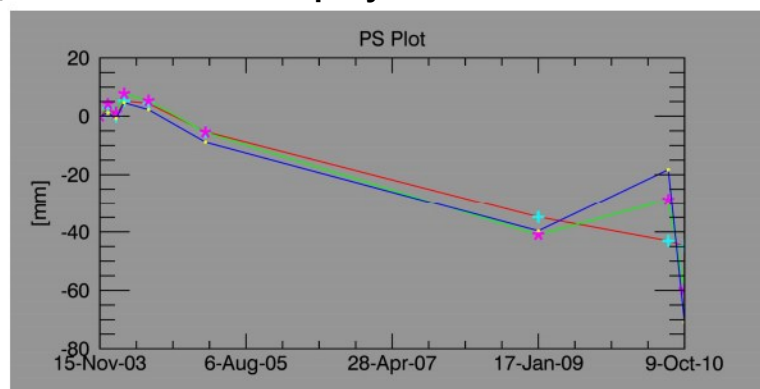
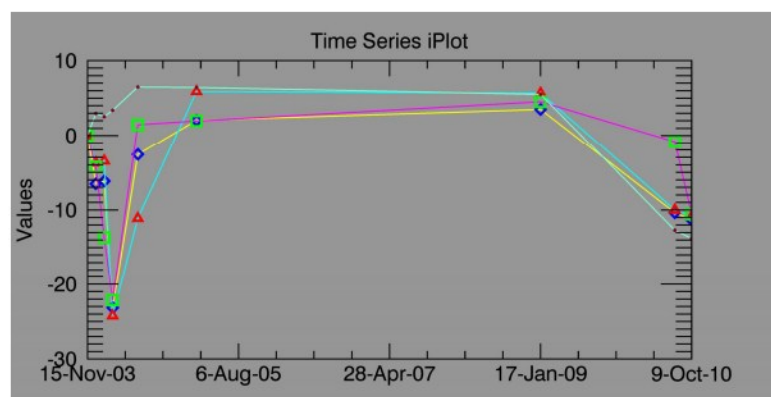


Рис.4. Исследования оседаний в районе города Абай



С 2003 по 2010 гг. на территории Октябрьского района наблюдаются небольшие оседания в районе 10 мм. В ноябре происходит резкий скачок оседаний, связанный с некорректными данными со спутника (рис.5).

Полученные снимки за 2009-2010 гг. позволили провести пост-анализ событий и аварий, связанных с обрушениями, деформациями зданий и сооружений, произошедших на территории города Караганды в 2011-2013 гг.

Мониторинг дамбы протяженностью 800 м в поселке Ботакара Карагандинской области показывает динамическое изменение положения точек, расположенных на теле дамбы (рис.6).

Динамика отрицательная: за период с 2003 по 2010 гг. оседания составили порядка 110 мм.

Анализ территории поля шахты Костенко показал, что с 2004 г. в этом районе начали образовываться две мульды оседаний. В 2010 г. размеры и область распространения мульд оседаний увеличились (рис.7). На шахте в период рассматриваемого промежутка времени проводили работы по пласту К1 по лаве 45 К1-3, мощность вынимаемого пласта при этом составила 2,8 м.

Также в районе шахты им. Костенко были обнаружены отдельные участки, где наблюдаются ежегодные оседания - с 2003 по 2010 гг. (рис.8).

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

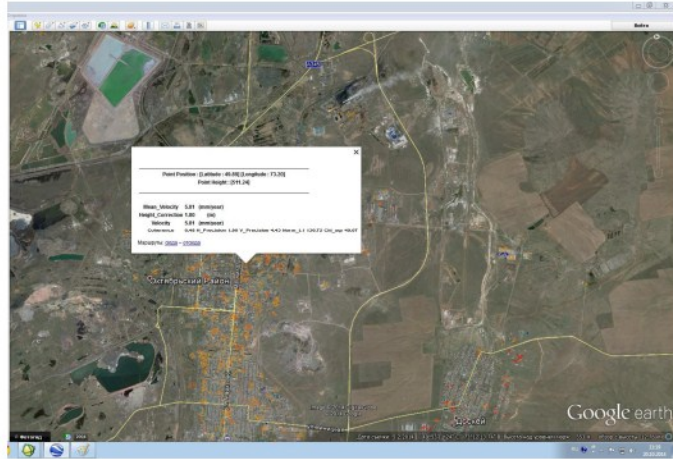


Рис.5. Октябрьский район - Майкудук

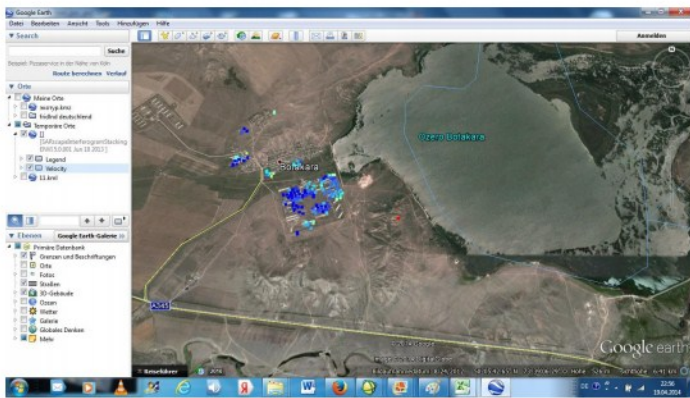
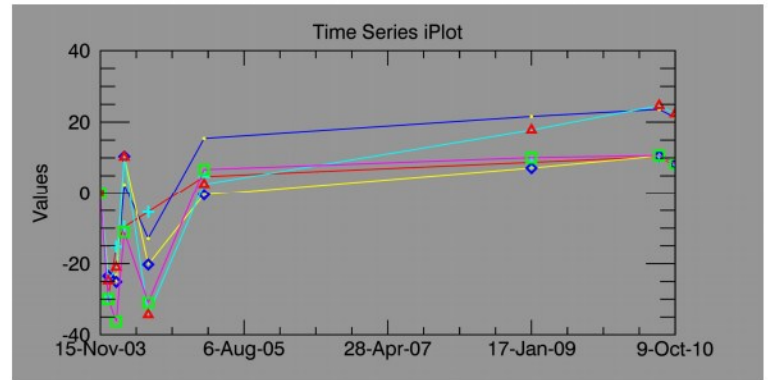


Рис.6. Динамика деформационных процессов дамбы п.Ботакара

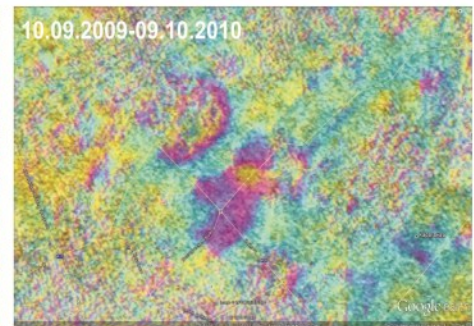
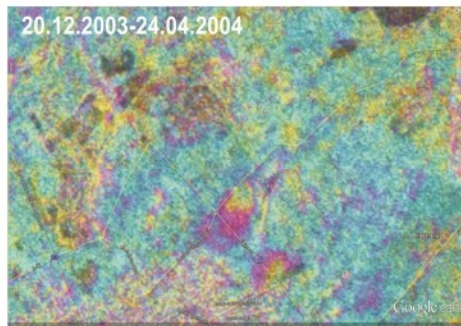
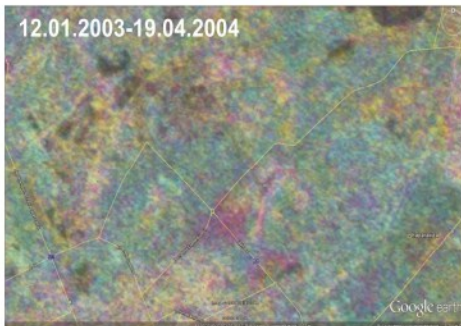
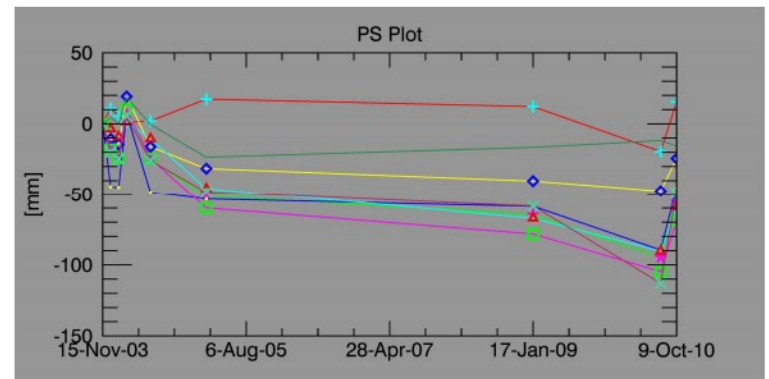


Рис.7. Построение дифференцированной интерферограммы г. Караганды по разным парам снимков

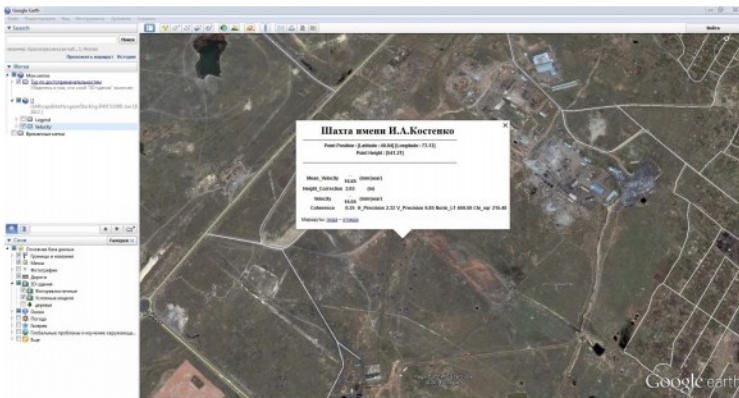


Рис.8. Участок шахты им. Костенко

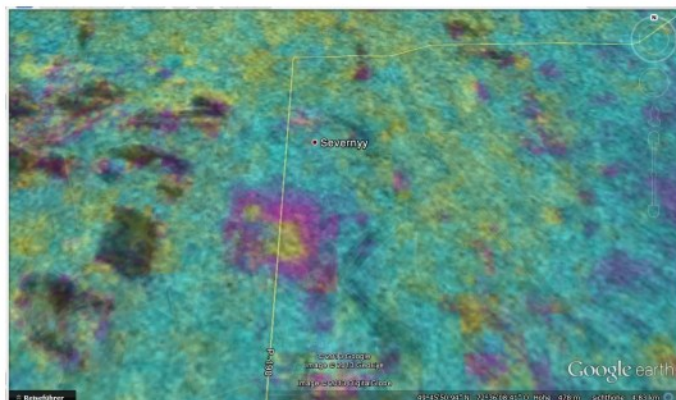
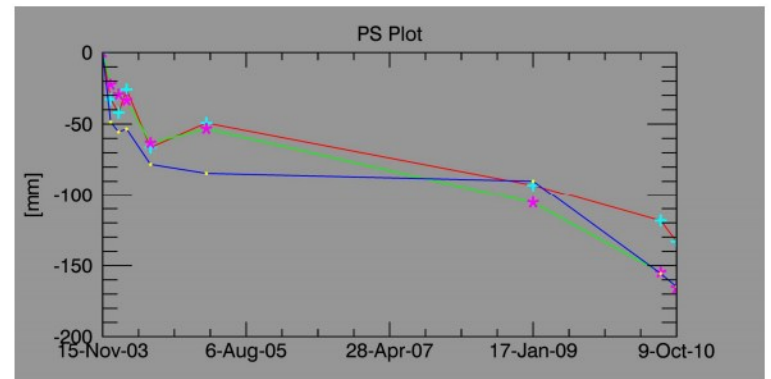
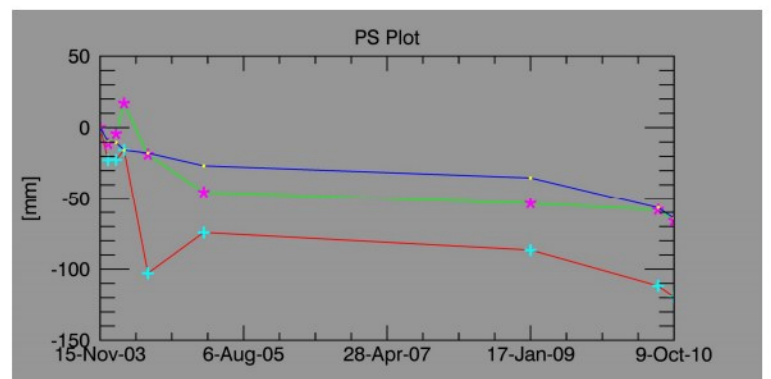


Рис.9. Участок шахты Шахтинская



ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Анализ состояния земной поверхности в районе города Шахтинск, где также располагается действующая шахта Казахстанская, показал наличие оседаний, ускорившихся в период 2009-2010 г. (рис.9).

Данные космического зондирования согласуются с планом отработки шахтного поля, что позволяет использовать их для контроля порядка отработки месторождения, а также предотвращения опасных деформаций, так как вблизи расположен поселок Северный.

Выводы

Метод спутниковой радарной интерферометрии показал свою состоятельность и применимость для решения большого спектра задач. По результатам измерений были выявлены участки, где велась подземная разработка шахтами Карагандинской области, что в точности совпало с планами отработки за исследуемый период. Оценено состояние других важных объектов города, таких, как дамбы в поселке Ботакара, производственная площадка города Темиртау. Следует отметить, что на объектах, где произошли чрезвычайные ситуации с разрушениями, при обработке архивных снимков были обнаружены процессы сдвижения земной поверхности. В целом, обнаруженные вертикальные оседания на подработанной территории города Караганды свидетельствуют об активных геодинамических процессах, которые в дальнейшем могут привести к разрушению асфальтного покрытия, заболоченности или затоплению исследуемых участков, с последующей возможностью образования провалов. Это приведет к колоссальным финансовым затратам из государственного бюджета. Для прогнозирования параметров деформаций и выявления потенциально опасных зон на исследуемом участке необходимо проводить регулярный мониторинг состояния земной поверхности.

Литература

1. Ferretti, C. Prati and F. Rocca: "Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry". *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, vol. 38, no. 5, Part 1, Sept. 2000, pp. 2202–2212.
2. Hanssen, R. F. (2001): *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Kluwer Academic Publish.,

Dordrecht, 2001. 328 pp. ISBN 0-7923-6945-9.

3. Мансуров В.А., Самов М.Ж., Жантуев Р.Т., Кантемиров Ю.И. Космический радарный мониторинг смещений земной поверхности и сооружений на Жезказганском месторождении меди (Республика Казахстан), / Журнал о геоинформатике и дистанционном зондировании земли/ №1, 2012 С. 77-83.

4. Кантемиров Ю.И. Обзор возможностей новой версии SARscape 4.4 // *Геоматика*. – 2012. – № 1. – С. 22–26.

5. Busch, W., Hebel H.-P., Schaefer, M., Walter, D. and A. Baryakh (2009): Control of underworked areas subsidence using the radar Interferometry methods. In: *Mine Surveying and Subsurface Use*, No 2 (40), March-April 2009, pp. 52–57.

6. Мозер Д.В., Туякбай А.С., Гей Н.И., Нагибин А.А., Самбергенова А.К. Мониторинг подработанных территорий Карагандинского угольного бассейна с использованием спутниковой радарной интерферометрии, научный конгресс "Интерэкспо ГЕО-Сибирь", СГТА, г. Новосибирск, 16-18 апреля 2014 г.

7. Kashnikov Y.A., Musikhin V.V., Lyskov I.A., Radar interferometry-based determination of ground surface subsidence under mineral mining// *JOURNAL OF MINING SCIENCE*, Издательство: Springer New York Consultants Bureau ISSN: 1062-7391 IF=0,223, Том: 48 Номер: 4 Год: 2012 С: 649-655.

8. Кривенко А.А., Кашников Ю.А. Определение оседаний земной поверхности при разработке газоконденсатных месторождений по результатам интерферометрической обработки радарных съемок // *Маркшейдерский вестник*. – 2009. – № 3. с 44-51.

9. Мусихин В.В., Лысков И.А. Применение радарной интерферометрии для определения деформаций трубопроводных систем в условиях тундры // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело*. – 2012. -№ 4. – С. 103–110.

10. Тимофеева С.С., Шешукова Л.В., Охотин А.Л. Мониторинг свалок твердых бытовых и промышленных отходов в иркутском районе по данным космических снимков//*Вестник иркутского государственного технического университета*. – 2012. –№ 9. – С. 76–81.

11. Каленицкий А.И., Ким Э.Л., Середович В.А. К вопросу создания геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа// *Интерэкспо Гео-Сибирь*. 2014. Т. 1. № 2. С. 207-213.

Дмитрий Владимирович Мозер, канд.техн.наук,
ст. преподаватель кафедры МДиГ, научный руководитель
НПЦ «КазГеоСкан», тел.87017388223,

E-mail:dmitri-moser@yandex.ru;

Надежда Ивановна Гей, магистрант кафедры МДиГ,
мл. науч. сотрудник НПЦ «КазГеоСкан», тел. 87026917126,
E-mail: nadya11-06@mail.ru

Алексей Александрович Нагибин, магистр техн. наук,
преподаватель кафедры МДиГ, КарГТУ, мл. науч. сотрудник
НПЦ «КазГеоСкан», тел.87015523779,

E-mail: alex_e1@mail.ru, mailto:gnadezhda2011@yandex.kz

(Карагандинский Государственный Технический
Университет)

УДК 622.83

С.Ю.Новоженин

ОЦЕНКА ГРАНИЦ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОХОДКИ ЭСКАЛАТОРНЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Предложен граничный критерий для определения размеров зоны вредного влияния проходки эскалаторных тоннелей с применением ТПМК. Предложена методика определения границы мульды сдвига на основе граничных углов, полученных по результатам моделирования методом конечных элементов. Проанализирована зависимость граничных углов от мощности четвертичных отложений. Также рассмотрено влияние модуля деформации четвертичных отложений на величину зоны сдвига.

Ключевые слова: эскалаторный тоннель; тоннелепроходческий механизированный комплекс; мульда сдвига; граничный угол; метод конечных элементов.



В настоящий момент в Санкт-Петербурге наблюдается активизация подземного транспортного строительства. Это связано с острой необходимостью в расширении транспортной сети города путем разгрузки наземной инфраструктуры. Активному строительству объектов метрополитена во многом способствует применение современных технологий, позволяющих повысить скорость возведения, безопасность объектов, а также снизить вредное влияние на окружающую застройку. Одной из таких технологий является проходка эскалаторных тоннелей с применением тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) с пригрузом забоя. Данная технология позволяет существенно снизить вредное влияние сооружения эскалаторного тоннеля на земную поверхность по сравнению с традиционными способами проходки, однако полностью исключить его она не может [1,4]. На земной поверхности возникают сдвиги и деформации, опасные для наземных объектов. Обеспечение охраны зданий и сооружений при проведении подземного строительства невозможно без осуществления качественного прогноза вредного влияния подземных работ на земную поверхность.

При проходке эскалаторных тоннелей с применением ТПМК на земной поверхности образуется мульда сдвига, характеризующаяся значительными размерами. Проблеме определения границ зоны вредного влияния на земной поверхности, традиционно являющейся актуальной задачей при оценке вредного влияния горных работ, посвящена эта статья.

Для решения вышеупомянутой задачи важен выбор и обоснование граничных критериев, на основе которых определяются размеры мульды. Зафиксировать границы мульды сдвига исключительно по данным натурных наблюдений не всегда представляется возможным вследствие значительной разреженности реперов наблюдательных станций на земной поверхности. Поэтому для определения граничного критерия для мульды сдвига на земной поверхности был проведен совместный анализ натурных данных и результатов моделирования проходки эскалаторных тоннелей в Санкт-Петербурге. Использовались модели, целиком отображающие геологический разрез на участке строительства, зону закрепления грунта промпло-

щадки и поэтапную проходку тоннеля. На рис.1 изображена модель в сетке конечных элементов.

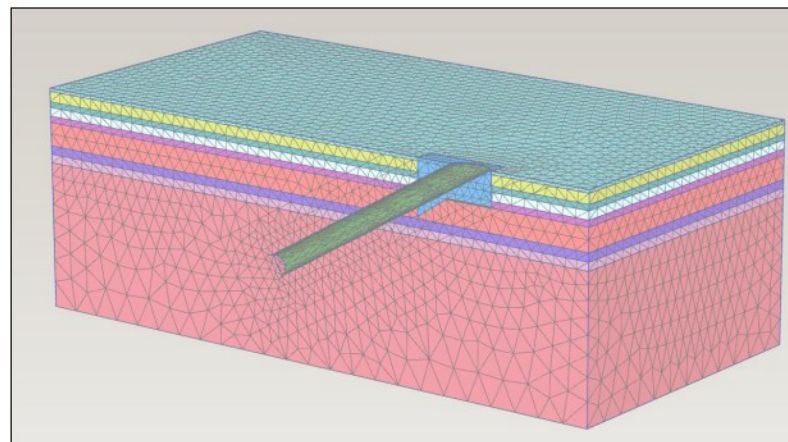


Рис. 1. Конечно-элементная модель эскалаторного тоннеля

В исследовании в качестве граничных были рассмотрены различные критерии: оседания, наклоны и горизонтальные деформации. Результаты моделирования в виде размеров полученных полумульд сдвижений представлены в табл.1.

Таблица 1

Размеры полумульд в главном поперечном сечении с использованием разных граничных критериев

Эскалаторный тоннель станции метро	Размеры мульды при использовании граничного критерия, м		
	Оседание, 1 мм	Наклоны, $i=0,2 \cdot 10^{-3}$	Горизонтальные деформации, $\epsilon=0,2 \cdot 10^{-3}$
Обводный канал	50	31	31
Адмиралтейская	55	46	48
Спасская	52	41	45

Результаты моделирования показали, что критерий оседаний, граничное значение которого принято с учетом предельной возможной точности измерений (1 мм), не позволяет корректно (соответственно данным натурных наблюдений) зафиксировать границы мульды. Использование в качестве граничных критериев наклонов и горизонтальных деформаций, которые традиционно используются в маркшейдерской практике для оценки зон влияния горных работ [2], показало достаточное взаимное совпадение и возможность устойчивой фиксации границ полумульд на моделях согласно натурным данным.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Границы мульды, определенные по моделям на уровне $\varepsilon_{гр} = i_{гр} = 0,2 \cdot 10^{-3}$, совпадали с границами, полученными по данным натурных наблюдений [1]. Используя данную устойчивую закономерность, проявившуюся практически на всех моделях, можно оценить размеры зоны влияния в различных горно-геологических условиях по результатам модельных расчетов.

Из опыта производства деформационных измерений известно, что нивелирование III класса может обеспечить абсолютную погрешность на уровне 3–4 мм (при средних длинах ходов до 150 м), поэтому погрешность измерения превышения между деформационными реперами будет составлять $\sqrt{2} \cdot 3,5 \cong 5 \text{ мм}$. Тогда наклон будет фиксироваться на уровне $5/25000 = 0,0002$. В реальности расстояния между реперами могут быть меньше 25 м, абсолютная погрешность в большинстве случаев будет не меньше 3 мм, поэтому данную оценку нужно рассматривать как предельную. Точнее, чем 0,0002, наклоны при применяемой в настоящее время методике измерений определить нельзя. Следовательно, $i_{гр} = 0,0002$ может использоваться в качестве граничного критерия при фиксации границ мульд. С учетом всех указанных факторов в качестве базового граничного критерия для дальнейших расчетов по моделям принято значение деформаций наклонов $i_{гр} = 0,2 \cdot 10^{-3}$.

Анализ натурных данных вертикальных сдвижений земной поверхности показал, что размеры мульд от проходки эскалаторных тоннелей в условиях Санкт-Петербурга значительно отличаются [1]. Так, мульда от строительства эскалаторного тоннеля станции «Адмиралтейская» имеет большие размеры, чем мульды эскалаторных тоннелей «Спасской» и «Обводного канала» (размеры которых близки). Изучение соответствующих геологических разрезов показало, что толща четвертичных пород на участке строительства «Адмиралтейской» характеризуется большей мощностью, чем на других участках сооружения эскалаторных тоннелей в Санкт-Петербурге.

Учитывая описанные наблюдения, было решено оценить влияние мощности четвертичных отложений на размеры мульды сдвижения при проходке эскалаторных тоннелей. В качестве рабочих моделей для исследования указанных зависимостей были приняты модели проходки эскалаторного тоннеля в упрощенном породном массиве, т.е. четвертичные породы в массиве были представлены одним слоем с усредненными характеристиками (рис.2). Варианты моделей строились таким образом, что шаг изменения мощности четвертичного слоя составлял 10 м. Так, для упрощенных моделей проходки эскалаторных тоннелей станции метро «Адмиралтейская», «Спаская», «Обводный канал» были приняты значения мощности четвертичных отложений от 60 м до 20 м (учитывая типичные геологические условия Санкт-Петербурга). Остальные расчетные параметры моделей и порядок расчета изменены не были. Построение всех моделей производилось с верификацией моделей по значениям максимальных оседаний, то

есть с обеспечением значений на уровне данных натурных измерений.

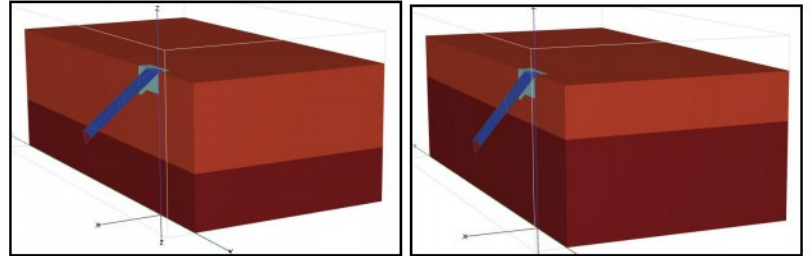


Рис. 2. Примеры упрощенных расчетных моделей проходки эскалаторных тоннелей

С помощью принятого граничного критерия на рассчитанных моделях фиксировались размеры полумульд. При анализе данных моделирования выяснилось, что размеры полумульд линейно зависят от глубины заложения эскалаторного тоннеля, когда рассматривались разные вертикальные сечения вдоль его оси. Поэтому было решено далее рассматривать оценку зоны влияния через граничный угол (угол влияния). Граничные углы традиционно используются при оценке зоны влияния в маркшейдерской практике. Они представляют собой внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по главным сечениям мульды сдвижения горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границу выработки с границей зоны влияния подземных разработок на земной поверхности [2]. С учетом положения тоннеля в главном сечении производилось определение значения граничного угла для зоны сдвижения. Пример схемы для определения граничного угла представлен на рис.3.

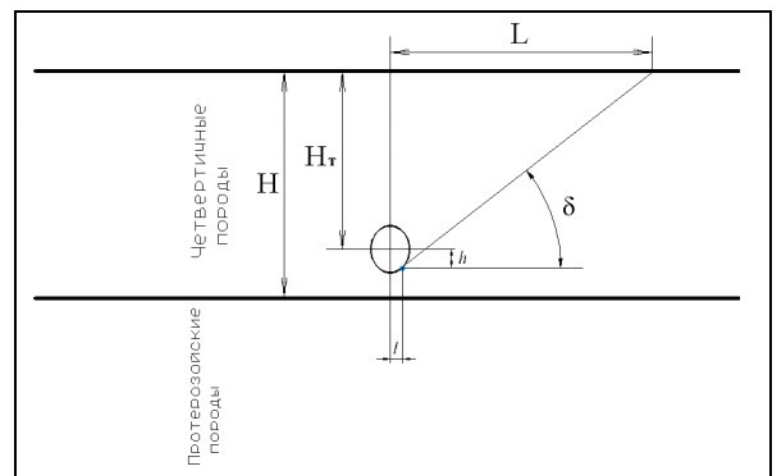


Рис. 3. Схема к определению граничного угла мульды сдвижения:

L – длина полумульды, H – мощность четвертичных отложений, H_T – мощность четвертичных отложений, залегающих над осью тоннеля, δ – граничный угол, h и l – вертикальное и горизонтальное расстояние от оси до точки, из которой откладывается граничный угол

Граничный угол, согласно полученным результатам моделирования, определяется по следующей формуле:

$$\delta_{гр} = \text{arcctg} \left(\frac{L-l}{H_T+h} \right), \quad (1)$$

где l , h – постоянные, для условий проходки эскала-

торных тоннелей ТПМК в Санкт-Петербурге $l=3,5$ м; $h=4,9$ м. Установлено, что для разных моделей величины l и h неизменны, что позволяет в дальнейших расчетах использовать указанные значения.

Пример полученных зависимостей граничных углов от мощности четвертичных отложений (Н) для полумульда от проходки трех эскалаторных тоннелей представлен на рис.4.

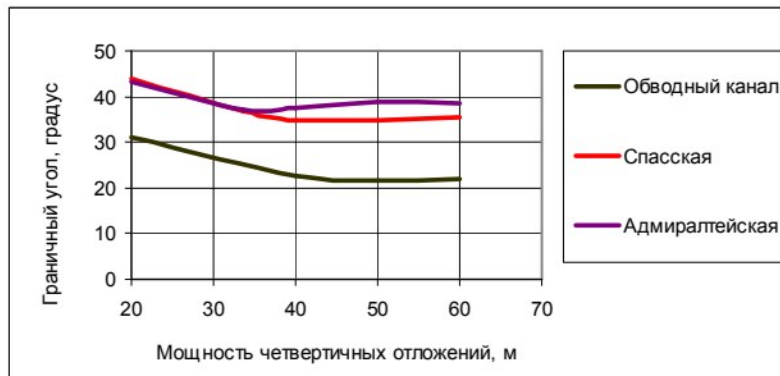


Рис. 4. Зависимость граничных углов муьды сдвижения при строительстве эскалаторных тоннелей от мощности четвертичных отложений

Отклонение кривой, иллюстрирующей указанную зависимость для условий сооружения станции «Обводный канал», от остальных объясняется несоблюдением некоторых технологических режимов проходки, которые привели к развитию значительных оседаний в зоне сдвижения. При этом видно, что общий вид зависимости по тоннелю станции «Обводный канал» мало отличается от других. В дальнейшем анализе рассматривались тоннели, проходка которых велась в штатном режиме.

Анализируя полученные зависимости, можно отметить, что в пределах первого рассматриваемого участка (мощность четвертичных отложений от 20 до 40 м), характерного для геологических условий Санкт-Петербурга, наблюдается схожий характер зависимости для граничного угла. С увеличением мощности четвертичных отложений значение граничного угла уменьшается (то есть возрастает размер зоны влияния проходки тоннеля). Рассматриваемая зависимость на указанном интервале может быть описана линейной функцией вида:

$$\delta_{cp} = a \cdot H + b, \quad (2)$$

где δ_{cp} – значение граничного угла, H – мощность четвертичных отложений, a , b – коэффициенты (для проанализированных условий проходки $a=-0,57$; $b=54,37$).

При большей мощности четвертичной толщи (от 40 до 60 м) значение граничного угла для каждого из тоннелей практически неизменно. Так как основные геомеханические процессы происходят вблизи верхней и средней частей тоннеля, увеличение мощности четвертичных пород (от значения 40 м) не оказывает влияния на размер зоны сдвижения.

Известно, что значение модуля деформации оказывает наибольшее влияние на величину максимального оседания (как в линейных, так и в упруго-пластических моделях). Учитывая недостаточную

достоверность определения модуля деформации (основной деформационной характеристики), было решено рассмотреть зависимость размера зоны сдвижений от величины модуля деформации породного массива. Для изучения этой зависимости также применялось конечноэлементное моделирование на основе упрощенных объемных моделей. Для проверки указанного эффекта было построено более 30 моделей проходки эскалаторных тоннелей в различных вариантах деформационных характеристик четвертичной толщи. Установлено, что слои, залегающие ниже подземного сооружения, слабо влияют на проявление процессов сдвижения на поверхности [3]. Поэтому было принято решение не рассматривать значения деформационных характеристик слоев, моделирующих протерозойские глины.

Как видно из графиков зависимости размеров поперечной и продольной муьды от значений модуля деформации четвертичных отложений на участке строительства эскалаторного тоннеля станции «Спасская» (рисунок 5), даже при широкой вариации модуля деформации слагающих массив пород (в пределах $\pm 50\%$ от среднего значения для толщи, соответствующего данным физико-механических испытаний), кривые практически горизонтальны. Это свидетельствует о том, что на размер зоны сдвижений изменение величины модуля деформации пород четвертичной толщи оказывает незначительное влияние. Аналогичные результаты показали исследования для других эскалаторных тоннелей, пройденных ТПМК в Санкт-Петербурге.

Полученные зависимости для муьды эскалаторного тоннеля станции метро «Спасская» могут быть описаны функциями:

- для продольной муьды:

$$L = -0,056 \cdot E + 92,661;$$

- для поперечной полумуьды:

$$L = -0,208 \cdot E + 39,854.$$

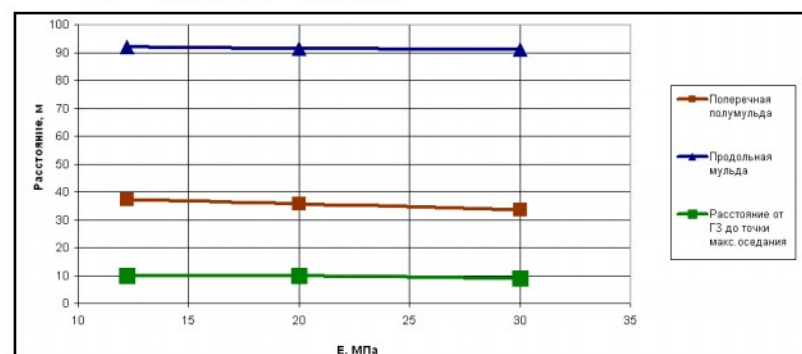


Рис. 5. Зависимость размеров муьды от проходки эскалаторных тоннелей «Спасская» от значения модуля деформации четвертичных отложений

Из рис.4 также видно, что расстояние от точки максимального оседания до границы зоны закрепления грунтов промплощадки практически неизменно.

Наибольшему влиянию от изменения деформационных свойств грунтового массива, в отличие от размера зоны сдвижения, подвержено значение максимального оседания земной поверхности. Так, при уменьшении модуля деформации примерно в три

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

раза значения максимального оседания земной поверхности увеличиваются в 1,5 раза [1]. На схеме распределения сдвижений в плане (рис.6) этот эффект выражается в увеличении частоты изолиний. При построении моделей учитывались данные натуральных наблюдений и характеристики пород, что позволило исключить появление ошибочных результатов оценки максимального оседания вследствие некорректного задания характеристик. Анализ закономерностей, связанных с изменением величины максимального оседания при сооружении эскалаторных тоннелей с применением ТПМК под влиянием различных факторов, является отдельным вопросом, требующим дополнительного исследования.

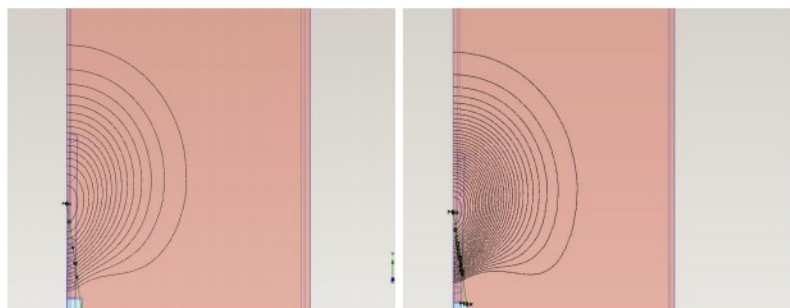


Рис. 6. Распределение вертикальных сдвижений в мульдe при вариации модуля деформации грунтов (вид в плане)

На основании комплекса проведенных исследований можно сделать вывод о том, что граница зоны влияния проходки эскалаторных тоннелей зависит, главным образом, от мощности четвертичных отложений. Эта граница может быть достоверно установлена с использованием граничных углов (углов влияния), построенных от контура тоннеля. Значения граничных углов в горно-геологических условиях Санкт-Петербурга относительно стабильны и варьируются для разных станций в пределах от 38,5° до 43,5°. Эти углы позволяют зафиксировать размеры мульд (или длины полумульд в главных сечениях - L).

Литература

1. Новоженин С.Ю. Прогноз сдвижений и деформаций горных пород при сооружении эскалаторных тоннелей метрополитена тоннелепроходческими механизированными комплексами : дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.16 / Новоженин Сергей Юрьевич. – Санкт-Петербург, 2014. – 147 с.
2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях [Текст] : ПБ 07–269–98 : утв. постановлением Госгортехнадзора России от 16.03.98 № 13. – СПб. – 1998. – 291 с.
3. Волохов Е.М. Прогноз сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности при сооружении городских тоннелей глубокого заложения [Текст] / Е. М. Волохов : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – СПб. : СПбГИ, 2004.
4. Маслак В.А. Геотехнический мониторинг при щитовой проходке наклонного тоннеля санкт-петербургского метрополитена [Текст] / В. А. Маслак [и др.] // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2010. – Вып.2. – С. 152–159.

Сергей Юрьевич Новоженин, ассистент кафедры маркшейдерского дела, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, тел. (812) 328-82-59, E-mail: kmd@spmi.ru

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в работе 12-й Международной научной школы молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых». Школа проводится 23-27 ноября 2015 г. в Институте проблем комплексного освоения недр РАН (Москва).

Основные направления работы школы:

- ◆ Геология месторождений твердых полезных ископаемых;
- ◆ Проблемы геомеханики и разрушения горных пород;
- ◆ Совершенствование техники и технологии освоения месторождений полезных ископаемых;
- ◆ Аэрогазопылединамика;
- ◆ Обогащение полезных ископаемых;
- ◆ Управление производством, экономические и социальные проблемы освоения недр;
- ◆ Техника безопасности и охрана окружающей среды.

Работа школы предусматривается на пленарных и секционных заседаниях с широким обменом мнениями, научным и производственным опытом.

Материалы школы будут опубликованы в виде сборника докладов до начала ее проведения.

Авторам заявленных докладов необходимо выслать до 1 октября 2015 года в адрес оргкомитета текст доклада по электронной почте. Основанием для прибытия будет приглашение оргкомитета.

Подробнее с контрольными сроками, условиями участия в работе школы и требованиями к оформлению докладов можно ознакомиться на сайте www.ipkonra.ru, по тел. (495) 360-67-55 или E-mail: ipkonkonf@mail.ru.

Редакция «МВ»

**ОБ ОТКРЫТИИ МЕМОРИАЛЬНОЙ ДОСКИ ПОЧЕТНОМУ ЧЛЕНУ СОЮЗА
МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ ГЕРОЮ СОВЕТСКОГО СОЮЗА**

ИВАНУ ПАВЛОВИЧУ ПОТЕХИНУ



24 апреля 2015 г. по инициативе руководства Приокского управления Ростехнадзора и Совета ветеранов Приокского управления Ростехнадзора состоялось торжественное открытие мемориальной доски Герою Советского Союза Ивану Павловичу Потехину на здании Управления.

В открытии приняли участие первый заместитель губернатора Тульской области – председатель правительства Тульской области Андрианов Юрий Михайлович, руководитель Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору Алешин Алексей Владиславович, руководитель Приокского управления Ростехнадзора Челенко Василий Георгиевич, главный федеральный инспектор по Тульской области аппарата полномочного представителя Президента Российской Федерации в ЦФО Черных Иван Александрович, депутат Тульской областной Думы Воробьев Николай Юрьевич, вдова И.П.Потехина Тамара Парфирьевна, его дочь Татьяна Ивановна, Президент Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» Зимич Владимир Степанович, Председатель Региональной общественной организации ветеранов Федерального горного и промышленного надзора Васильчук Марат Петрович, Председатель Совета НП «СРГП «Горное дело» Грицков Виктор Владимирович,

Председатель Совета ветеранов Приокского управления Ростехнадзора Батуков Петр Михайлович, начальник межрегионального отдела государственного строительного надзора Приокского управления Ростехнадзора Дементьев Николай Алексеевич, Директор средней общеобразовательной школы №56 имени Героя Советского Союза Ивана Павловича Потехина Кузнецов Владимир Сергеевич, а также сотрудники и ветераны Ростехнадзора, туляки.

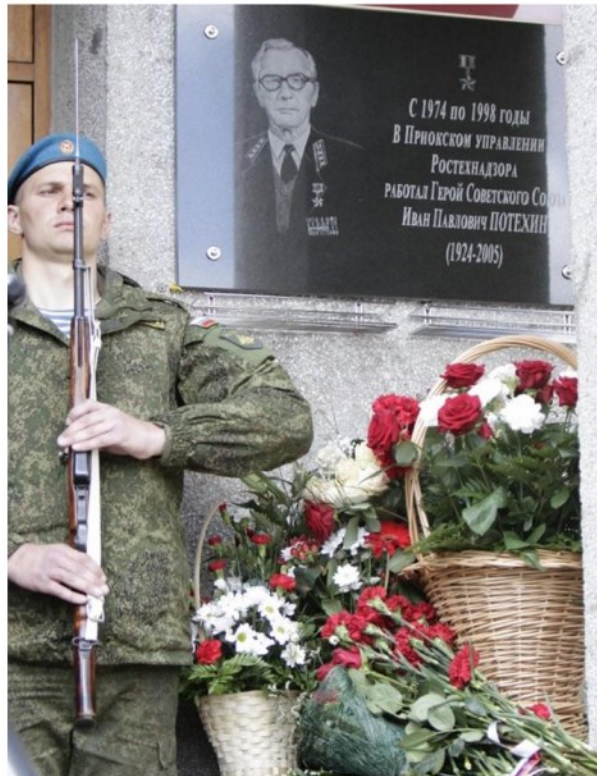
Иван Павлович Потехин – Герой Советского Союза (Орден Ленина, медаль «Золотая звезда», два ордена Боевого Красного Знамени, орден Отечественной войны первой степени, два ордена Красной звезды, две медали «За отвагу» и др.), маркшейдер, много лет работал начальником отдела охраны недр Тульского округа Госгортехнадзора СССР – Госгортехнадзора России.

И.П.Потехин в августе 1942 г. был призван в Красную армию. На фронте с марта 1943 г. Воевал в разведке 53-й гвардейской танковой бригады. Участвовал в сражениях за Киев, освобождал Украину и Польшу. Был трижды ранен.

В соответствии с Наградным листом о представлении к ордену «Красная звезда» от 17.02.1944 г., Потехин И.П., при выполнении задания, проник за передний дом обороны немцев на хуторе, поджег четы-

НАША ПАМЯТЬ

ре дома, в которых находились немцы. Убегая из домов, немцы пытались уйти на машинах, но метким броском гранаты разведчиком Потехиным были уничтожены две легковые машины с немцами и захвачены документы, которые были переданы начальнику разведки.



В соответствии с Наградным листом о представлении к Ордену Ленина от 04.08.1944 г., Потехин И.П., выполняя приказ командования бригады 17.07.1944 у села Марушка, ворвавшись во вражескую оборону противника, самолично уничтожил 9 немцев и взял двух пленных немецких солдат. 21.07.1944 г., устроив засаду с группой разведчиков в количестве 6 человек, Потехин И.П. расстрелял из автоматов и забросал гранатами до роты пехоты противника. Находясь в разведке в городе Перемышль 27.07.1944 г., Потехин И.П. устроил засаду в тылу противника на шоссе, уничтожил 20 человек немецких солдат и забросал гранатами одну автомашину.

В соответствии с Наградным листом о представлении к присвоению звания Герой Советского Союза от 31.01.1945 г., 14 января 1945 г. Потехин И.П., находясь в разведгруппе, первым переправился через реку Нида. В бою за переправу он уничтожил 25 солдат противника. 19 января 1945 г. Потехин И.П. первым переправился через реку Варта, в бою за переправу он уничтожил 36 солдат противника, захватил контрольного пленного и документы, которые дали ценные сведения для действий бригады. 20 января 1945 г. Потехин И.П. первым ворвался в город Велюнь, к подходу бригады Потехин И.П. дал точные сведения о наличии противника и в уличных боях лично показывая пример - уничтожил 28 солдат про-

тивника и подорвал гранатами две автомашины. За период боев с 12 января Потехин И.П. уничтожил 253 гитлеровца, 2 автомашины, захватил лично 2-х контрольных пленных. Потехин И.П. проводил разведку в глубоком тылу противника – до 20 км, добывая ценные сведения для действий бригады.



Делегация Союза маркшейдеров России передала в музей школы №56 комплект литературы по истории горного дела, статуэтку маркшейдера, диплом и Знак Почетного члена Союза маркшейдеров России И.П.Потехина.

*Антон Юрьевич Гревцев, исполнительный директор
НП «СРГП «Горное дело»*

75 ЛЕТ АЛЕКСЕЮ ВЛАДИМИРОВИЧУ ГАЛЬЯНОВУ



4 июня 2015 г. исполнилось 75 лет Алексею Владимировичу Гальянову – горному инженеру-маркшейдеру, известному специалисту в области горных наук и комплексного освоения недр, доктору технических наук, профессору кафедры маркшейдерского дела Уральского государственного гор-

ного университета.

Вся производственная и творческая жизнь Алексея Владимировича связана с работой на кафедре маркшейдерского дела УГГУ (с момента окончания в 1962 г. Свердловского горного института им. В.В. Вахрушева (УГГУ) по 1972; 2007 - по настоящее время) и ИГД УрО РАН (1972-2007 гг.). В 1970 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методика и применение горно-геометрического анализа в условиях отработки асбестовых месторождений хризотил-асбеста», а в 1996 г. докторскую диссертацию на тему «Технология формирования качества руды при открытой отработке месторождения».

Теоретические и прикладные исследования, выполненные А.В. Гальяновым, явились базой для формирования теоретических основ рудоподготовки на карьерах, геометризации технологических процессов в горном деле; им предложена система постулатов и теорем, составляющих основу теоретических построений в организации горного производства; разработан алгоритм инженерного расчета внутренней структуры развала горных пород под воздействием взрывного разрушения на карьерах.

Под руководством и при непосредственном участии А.В. Гальянова реализовывалась программа МЧМ СССР 1974-1980 гг. по разработке методических указаний по нормированию, планированию и учету потерь руды черных металлов на территории Урала, Сибири, Казахстана, проводились исследования по усреднению руд на карьерах ССГПО, Качканарского, Костомукшского, Коршуновского, Сорского, Лисовского ГОКов и других предприятий.

Алексей Владимирович - автор более 200 научных трудов, наиболее значимые результаты которых освещены в 150 печатных работах и 12 монографиях, в том числе: «Закономерности сегрегации при складировании скальных пород и руд на карьерах ОАО «Комбинат «Магнезит» (1997 г.), «Трансформация структуры горных массивов при взрывных работах на карьерах» (1998 г.), «Оценка гомогенности при смешивании кускового рудного материала» (1998 г.), «Рудоподготовка на карьерах» (2000 г.). Современные проблемы сырьевой базы минерального сырья рассмотрены в монографиях члена-корреспондента РАН В.Л. Яковлева и А.В. Гальянова «Методологические аспекты стратегии освоения минеральных ресурсов» (2003 г.) и «Сырьевая база промышленного комплекса черной металлургии» (2006 г.). Имеет 5 авторских свидетельств на изобретения.

Отдельно стоит отметить в научном творчестве А.В. Гальянова развитие идеи геометрической интерпретации данных геологоразведочных работ. Развитию этой идеи посвящена монография «Теоретические основы геометризации технологических процессов в горном деле» (2010). В 2014 г. вышла книга «Развитие научных идей в горном деле. Геометрия недр», в которой автор систематизировал сведения о возникновении и становлении геометрии недр. Эта монография стала заметным вкладом как в историю развития наук о Земле, так и в историю маркшейдерского дела.

Научную деятельность А.В. Гальянов успешно совмещает с педагогической, передавая свои знания и опыт будущим горным инженерам - маркшейдерам. С 2007 г. он - профессор кафедры маркшейдерского дела Уральского государственного горного университета. Им подготовлены два доктора и четыре кандидата технических наук. А.В. Гальянов – действительный член Академии горных наук, член диссертационного совета по защите докторских диссертаций, член редакционной коллегии журналов «Маркшейдерия и недропользование» и «Маркшейдерский вестник».

Алексей Владимирович является кавалером профессиональных знаков «Горняцкая слава» I, II, III степеней и «Шахтерская слава» III степени.

Научная и производственная общественность, редакция журнала «Маркшейдерский вестник», а также многочисленные ученики, коллеги, друзья и товарищи по совместной работе сердечно поздравляют Алексея Владимировича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, личного счастья, творческих успехов, осуществления намеченных планов и благополучной долгой жизни.



ИНФОРМАЦИЯ

Обзор Всероссийской научно-практической конференции

«ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»



В Президиуме конференции

С 25 мая по 30 мая 2015 года в г.Ессентуки состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр». Организаторами конференции выступили: Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», НОЧУ «ЦДО «Горное образование».



Участники конференции

В работе конференции приняли участие около 90 человек, включая руководителей и ведущих специалистов маркшейдерских и геологических служб горно- и нефтегазодобывающих организаций: ОАО «РИТЭК», АК «АЛРОСА», ОАО «СУЭК», ОАО «СУЭК-Кузбасс», ОАО «СУЭК-Красноярск», ООО «СУЭК-Хакасия», ЗАО «Разрез Назаровский», ОАО «Разрез Харанорский», ОАО «Разрез Изыхский», ОАО «Приморскуголь», ООО «Южно-уральская ГПК», ОАО «Стойленский ГОК», ОАО «Самотлорнефтегаз», ООО «Газпром нефть шельф», ОАО «Томскгазпром», ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром ПХГ», ООО «Газпром добыча Иркутск», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «РН-Уватнефтегаз», ОАО «Башнефть-Добыча», ООО «Газпром добыча Ямбург», ОАО «ЕвроХим-ВолгаКалий», ООО «ЕвроХим-Усольский калийный комбинат», ООО «Гидрометаллургический завод», ЗАО «Содружество», ООО «Карьер», ЗАО «Стодеревский карьер», ООО «Назарьевский карьер», ОАО «Павловск Неруд», ООО ПП «Грунт», ООО «Придонхимстройизвесть», ООО «КСМ», ООО ПИФ «К-Артель», ООО «СМ», ООО ЭКЦ «Ставпромбезопасность», ООО «Севкавдорстрой», ЗАО

«Пятигорское карьероуправление», ОАО «Кавминкурортресурсы», ООО «Завод минеральных вод Октябрь-А», ООО «Нарзан-гидроресурсы», ОАО «Севкавгиппроводхоз», ООО фирма «Брик Филд», ОАО КПП «Кировский», ООО «Сев-Кав АГЗ», ООО «Кейс Электроникс», и др., а также специалисты Ростехнадзора и его территориальных органов, слушатели курсов повышения квалификации и представители научных, общественных, экспертных организаций, ведущих специализированных маркшейдерско-геодезических компаний, включая ИПКОН РАН, «Компания Совзонд», ООО НПП «Сибгеокарта», ООО «Горное дело», НПП «Кавказпроект», ООО «Севкавгеопроект», ОАО «Северо-Кавказское аэрогеодезическое предприятие».

С приветственным словом к участникам конференции выступил исполняющий обязанности руководителя Администрации Кавказских Минеральных Вод Бондаренко Михаил Сергеевич.



**Приветственное слово Бондаренко
Михаила Сергеевича**

В ходе заседаний было заслушано доклады на такие актуальные темы как: «О ходе подготовки проектов постановлений по планам горных работ и горным отводам», «Об опыте надзорной деятельности и нормативного регулирования Ростехнадзора в сфере недропользования», «К вопросу рационального освоения калийных месторождений на больших глубинах», «Космический радарный мониторинг смещений и деформаций земной поверхности и сооружений на месторождениях полезных ископаемых», «Проблемы сохранности гидроминеральной базы района КМВ», «Уплотнение просадочных грунтов методом глубинных взрывов на объектах ООО «Ставролен», «Особенности проведения геоконтроля развития геомеханических процессов при освоении подземного пространства», «Об опыте совершенствования маркшейдерского обеспечения в ОАО «РИТЭК», «О развитии системы геодинамической безопасности в ООО «Газпром добыча Ямбург».

В рамках конференции были проведены круглые столы по подготовке и реализации новых нормативных требований при планировании горных работ и уточнении границ горных отводов и новым технологиям обеспечения безопасности горных работ.

На конференции были вручены почетные грамоты и благодарности за большой вклад в маркшейдерское дело, обеспечение безопасного, рационального недропользования и охраны недр от Союза маркшейдеров России и НП «СРГП «Горное дело».

ИНФОРМАЦИЯ



**Докладчик – главный маркшейдер ОАО «РИТЭК»
Сычев Арсений Михайлович**

В рамках конференции была проведена техническая экскурсия в Архыз.



Вручение почетной грамоты СМР заместителю начальника службы главного маркшейдера ООО «Газпром добыча Ямбург» Волкову Олегу Викторовичу

По результатам работы участниками конференции было принято решение.



РЕШЕНИЕ

Научно-практической конференции «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр»

29.05.2015

г.Ессентуки

1. Одобрить проводимую Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» и Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» работу по обеспечению промышленной безопасности при недропользовании и геолого-маркшейдерскому обеспечению работ при добыче минерального сырья.

2. Рекомендовать руководителям геологических, маркшейдерских и иных инженерных служб горно- и нефтегазодобывающих организаций обеспечить:

подготовку предложений по формированию ведомственных документов Ростехнадзора для реализации требований проектов постановлений Правительства Российской Федерации по утверждению «Положения о подготовке, рассмотрении и согласовании планов или схем развития горных работ по видам полезных ископаемых» и «Положения о подготовке и оформлении документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода», а также по дополнению и изменению «Инструкции по производству маркшейдерских работ»;

организационно-техническую поддержку деятельности кафедр геологии, маркшейдерского дела и промышленной безопасности, иных инженерных кафедр горных ВУЗов, включая их оснащение новейшими приборами и оборудованием, технической литературой, организацию производственных практик студентов, привлечение к выполнению хозяйственных работ;

подписку предприятий-недропользователей на профессиональные издания - «Маркшейдерский вестник», «Маркшейдерия и недропользование», «Разведка и охрана недр», «Безопасность труда в промышленности» - для обсуждения актуальных проблем в сфере горного производства, доведения до специалистов сведений о новых технологиях, приборах и инструментах;

моральное поощрение специалистов маркшейдерских служб к 20-летию Союза маркшейдеров России, а также к дням геолога, маркшейдера, шахтера и нефтяника, внесших значительный вклад в обеспечение рационального и безопасного недропользования, общественными и ведомственными наградами, используя возможности Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России», Российского геологического общества и НП «СРГП «Горное дело»;

обмен опытом, повышение квалификации, переподготовку специалистов геологических, маркшейдерских служб, служб промышленной безопасности, иных инженерных служб;

3. Поручить Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» организовать апробацию проекта профессионального стандарта по специальности (квалификации) маркшейдерское дело.

4. Поручить Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» и НП «СРГП «Горное дело» довести настоящее решение до сведения министерств и ведомств природно-ресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций.

Исполнительный директор ООО «Союз маркшейдеров России»

В.В. Грицков

ИНФОРМАЦИЯ



Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»

ОКПО 00069730;
ОГРН 1037700085873;
ИНН/КПП 7703113723/770101001

Р/счет 40703810400000000032
в ООО КБ «Лайтбанк» г.Москва;
К/счет 30101810700000000381;
БИК 044583381

107078, г. Москва, а/я 289;
(499) 263-15-55; факс (495) 641-00-45;
smr@mwork.su; www.mwork.su

от 15.05.2015 № 03-02/42
на № _____ от _____ 2015

Руководителям горно-
и нефтегазодобывающих организаций

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» совместно с Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» проводят в 2015-2016 годах следующие мероприятия:

Мероприятие	Место проведения	Даты проведения	Стоимость руб.
Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование»	г. Ялта	21.09.2015- 26.09.2015	42 500
Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании»	г. Москва	19.10.2015 – 23.10.2015	37 650
Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья»	г. Сургут	01.03.2016 – 05.03.2016	38700
Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр»	г. Кисловодск	30.05.2016 – 04.06.2015	43650
Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование»	г. Севастополь	26.09.2016 – 01.10.2016	42500
Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании»	г. Санкт-Петербург	24.10.2016- 29.10.2016	37650

Для участия в конференциях приглашены руководители и специалисты Ростехнадзора, Росприроднадзора, министерств и ведомств природоресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций, научных, проектных и учебных организаций.

В целях повышения экономической эффективности разработки месторождений полезных ископаемых, повышения уровня промышленной безопасности, качества геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ, прошу внести в план мероприятий на 2015-2016 годы участие в работе вышеперечисленных конференций руководителей служб промышленной безопасности, геолого-маркшейдерских служб, их ведущих специалистов.

Подготовка конференций осуществляется сертифицированными организациями, имеющими большой опыт по данному направлению деятельности.

Исполнительный директор ООО «Союз маркшейдеров России»

В.В. Грицков

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»

НОЧУ «ЦДО «Горное образование»

(Лицензия серии 77 № 002121, регистрационный № 029073)

Повышение квалификации и переподготовка по горным специальностям в 2015-2016 годах

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.

Слушатели зачисляются на основании заявки от предприятия и заключенного договора.

Дата обучения выбирается в соответствии с установленным Центром графиком. При отсутствии графика, в заявке указывается желаемый период 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 выдаётся удостоверение.

Обучающиеся обеспечиваются информационно-справочной и нормативно-методической литературой, получают доступ к образовательным ресурсам электронной библиотеки «Горное дело», а также имеют возможность участвовать в работе конференций, проводимых СМР.

График проведения курсов в 2015-2016 годах:

курсы повышения квалификации:

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
21.09.2015-30.09.2015 19.10.2015-28.10.2015 16.11.2015-25.11.2015 08.02.2016-17.02.2016 24.02.2016-05.03.2016 11.04.2016-20.04.2016 23.05.2016-03.06.2016 26.09.2016-05.10.2016 17.10.2016-28.10.2016 14.11.2016-23.11.2016	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
21.09.2015-30.09.2015 19.10.2015-28.10.2015 24.02.2016-05.03.2016 23.05.2016-03.06.2016 26.09.2016-05.10.2016 17.10.2016-28.10.2016	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
21.09.2015-30.09.2015 19.10.2015-28.10.2015 24.02.2016-05.03.2016 23.05.2016-03.06.2016 26.09.2016-05.10.2016 17.10.2016-28.10.2016	«Геология»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
21.09.2015-30.09.2015 19.10.2015-28.10.2015 24.02.2016-05.03.2016 23.05.2016-03.06.2016 26.09.2016-05.10.2016 17.10.2016-28.10.2016	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

* - очная часть курсов повышения квалификации (01.03.2016-05.03.2016) проводится в г. Сургуте. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья»

** - очная часть курсов повышения квалификации (30.05.2016-03.06.2016) проводится 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. Ялте (2015 г.), в г. Севастополе (2016 г.). 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 недропользовании» в г. Москве (2015 г.). Очная часть курсов повышения квалификации (24.10.2016-28.10.2016) проводится в г. Санкт-Петербурге

Получить 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

ИНФОРМАЦИЯ

ПРЕДСТАВЛЯЕМ НОВОЕ ИЗДАНИЕ:

А.А.Добрынин

«Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность»

ИЗДАТЕЛЬСКИМ ДОМ Академии им. Н.Е.Жуковского



В книге обобщены свойства взрывчатых материалов (ВМ), в т.ч. тех, которые применяются или применялись на взрывных работах в горной и других отраслях гражданской промышленности. Рассмотрены вопросы безопасности обращения с ВМ, технологии изготовления ВМ на химических заводах и непосредственно на местах применения - в условиях горных предприятий, где сегодня, в основном, горными инженерами изготавливается около 80% используемых промышленных взрывчатых веществ.

Книга может быть полезна студентам горных, строительных, химических и химико-технологических факультетов высших учебных заведений, а также образовательных учреждений дополнительного профессионального образования, специалистам горнодобывающих и строительных организаций, работникам научно-исследовательских и учебных институтов, а также предприятий-изготовителей взрывчатых материалов, экспертам по промышленной безопасности в области обращения с ВМ.

Стоимость 1 экз. - 1000 руб., льготная цена для студентов - 500 руб.

Приобрести книгу можно по адресу: г. Москва, м. Динамо, ул. Красноармейская, д. 2

Возможна пересылка по России и странам СНГ.

Тел.: + 7 (499) 755-55-43; +7 (495) 973-45-68.

E-mail: artpress@mail.ru

Б.В.Мацевич

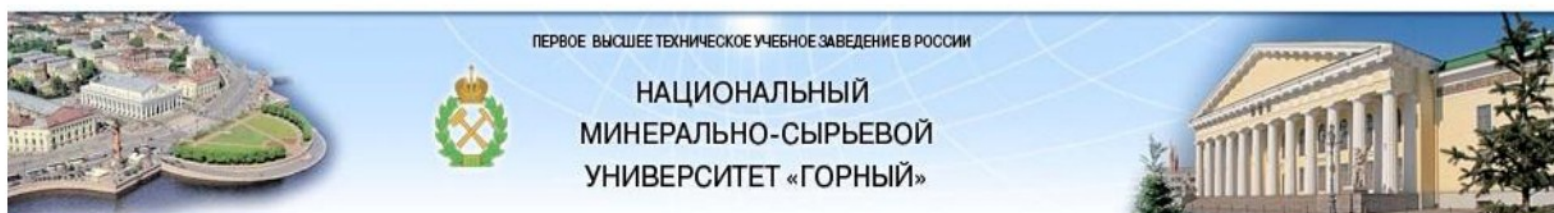
РЕЦЕНЗИЯ

на книгу Добрынина Александра Артуровича «Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность»

«...На основе своего личного опыта производства и применения промышленных взрывчатых веществ автор дает подробный обзор практически всех групп взрывчатых материалов, представляющих интерес для применения в гражданской промышленности. Обзор приведен в исторической перспективе создания развития различных ВВ, приводятся структурные формулы, основные уравнения химических реакций, технические характеристики взрывчатых свойств, а также ряд специфических данных, имеющих большое значение для специалистов в практической работе. К ним относятся данные по токсичности, особые требования по безопасности, специфике обращения с различными взрывчатыми материалами и т.д. Не зря автор начинает свою книгу с выписок из основных законодательных актов об ответственности при производстве и обращении с этими веществами. Работу, характеризующую в качестве учебного пособия, отличает систематический подход, дающий цельное представление по рассматриваемой области науки и техники и позволяющий направленно вырабатывать пути дальнейшего совершенствования и развития рецептур промышленных взрывчатых веществ.

Широкий спектр вопросов, рассматриваемых в настоящей книге, ряд оригинальных авторских материалов, испытанных автором при практической работе, значительный перечень использованной литературы, делают ее весьма полезной для студентов, аспирантов, а также для многих специалистов, работающих в области разработки, производства и применения энергии взрыва в промышленности».

*Бронислав Вячеславович Мацевич, Действительный член
Российской академии ракетно-артиллерийских наук,
д-р техн. наук, профессор*



Лаборатория маркшейдерских работ Научного центра геомеханики и проблем горного производства Научно-исследовательские работы

- теоретические и экспериментальные исследования, обобщение передового опыта маркшейдерских работ при открытом и подземном способах разработки месторождений полезных ископаемых;

- разработка нормативных и методических документов;
- исследование процессов, происходящих на земной поверхности, с применением радиолокационной космической съемки;

- разработка и совершенствование методов маркшейдерского обеспечения строительства и реконструкции шахт и рудников;

- маркшейдерское обеспечение производства горных работ в условиях оптимизации структуры управления горнодобывающими предприятиями.

Лаборатория маркшейдерских работ может эффективно и с высоким качеством выполнить самую сложную работу, касающуюся нашей профессиональной деятельности. Лаборатория владеет технологиями и располагает необходимыми программными средствами и современной маркшейдерско-геодезической приборной базой для проведения научно-исследовательских работ. Коллектив единомышленников, опытных специалистов, грамотных и активных работников готовы выполнить для вашего предприятия следующие работы:

- разработка Технологических регламентов на производство маркшейдерских работ, Положений о маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охране недр, Инструкций (методических указаний) по определению, учету и нормированию потерь полезного ископаемого, Проектов ликвидации и консервации горных выработок отработанной части горного отвода предприятий;

- совершенствование методик маркшейдерского обеспечения горных работ по развитию опорного и съемочного обеспечения с применением современных технических

средств, съемке горных выработок, в том числе с использованием бесконтактных дистанционных методов, обеспечению монтажа, контроля геометрических параметров и ремонта крупного горнотранспортного оборудования, определению объемов горных работ в процессе разработки месторождений и др.;

- расчет численности штатов маркшейдерских служб с учетом новых технологий;

- создание информационных продуктов с использованием радарных космических снимков;

- разработка допустимых отклонений геометрических параметров проводников жесткой армировки эксплуатируемых вертикальных шахтных стволов;

- разработка методики анализа профильных съемок жестких проводников вертикальных шахтных стволов с расчетом параметров рихтовочных работ;

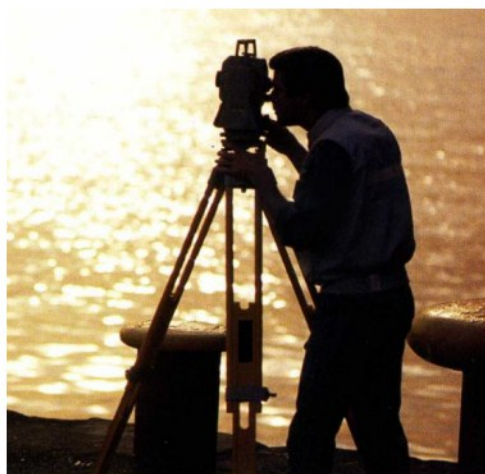
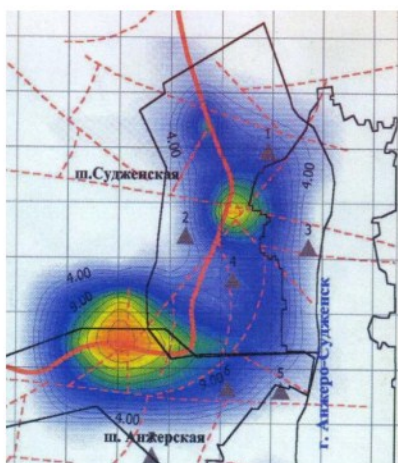
- разработка аппаратуры дистанционного определения положения стволопроходческого комплекса;

- организация изготовления проекциметров для предприятий и обучение персонала измерениям проекциметрами;

- выявление и оконтуривание участков изменений рельефа по космическим снимкам, произошедших за период между двумя съемками;

- создание ортофотопланов и карт с детализацией до 1 м.

Мы стремимся достигать максимального результата с наименьшими издержками (финансовыми, человеческими, временными и т.д.), в том числе за счет внедрения современных достижений науки и технологий, выполняем обещания, данные клиентам, коллегам, партнерам и уверены в результатах своей работы! Наши заказчики за последние 5 лет: ОАО «Апатит», ОАО «ГМК «Норильский никель», Афанасьевский карьер ОАО «Лафарж Цемент», ОАО «СУЭК Красноярск», ООО «СК РУСВЬЕТПЕТРО» и др.



199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2

www.spmi.ru (Научный центр геомеханики и проблем горного производства) http://vk.com/laboratory_md

Проректор (директор): Шабаров Аркадий Николаевич

Телефон: (812)321-8143, факс: (812)321-8143, e-mail: post@spmi.ru

Заведующий лабораторией маркшейдерских работ: Жуков Григорий Петрович, телефон: 8(812)321-30-30

e-mail: zhukov_gp@spmi.ru