

Журнал издается 21-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,  
кандидат экономических наук  
**Потылицын Виталий Алексеевич**

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

#### Члены Редсовета:

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

#### 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**

Дизайн  
**ПОСАЖЕННИКОВ Алексей**  
Викторович

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

Тел/факс: (495) 616-95-55-МВ  
Тел. (495) 660-92-00 доб.4-19  
E-mail: [office@giprocm.ru](mailto: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 15.05.2013 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 ВЕСТНИК

№3 (95), май – июнь, 2013 г.

Учредители:  
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ  
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ  
ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

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

*«Недостаточную глубину мысли обычно ком-  
пенсируют ее длиной»*

М.Монтескье, XVII-XVIII вв.

## В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **К юбилею КАРГТУ**
- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ЮБИЛЕИ**
- **ИНФОРМАЦИЯ**



**Мы – учредители, издатель и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляем наших читателей с праздниками 1 Мая и Днем Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.**

**Желаем Ветеранам войны и труда доброго здоровья, успехов в труде, благополучия и личного счастья!**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>– К ЮБИЛЕЮ КарГТУ</b>	
<b>А.М.Газалиев.</b> Карагандинский Государственный Технический Университет – флагман подготовки технических кадров.....	5
<b>Ф.К.Низаметдинов.</b> Кафедра маркшейдерского дела и геодезии на пороге 60-летия.....	7
<b>С.Г.Ожигин, Д.В.Мозер, Н.Ф.Низаметдинов.</b> Союз маркшейдеров Казахстана как реализация горно-промышленных задач.....	13
<b>Е.К.Нуржумин, С.В.Турспеков.</b> Применение метода статистического анализа в топогеодезических работах .....	16
<b>Ф.К.Низаметдинов, С.Г.Ожигин, С.Б.Ожигина, Д.С.Ожигин.</b> Мониторинг устойчивости бортов карьеров Казахстана .....	18
<b>Н.Ф.Низаметдинов, Р.Ф.Низаметдинов.</b> Наземное лазерное сканирование в геодезии.....	24
<b>Д.В.Мозер, Ж.З.Толеубекова, А.К.Сатбергенова.</b> Инновационные наземные сканирующие системы в маркшейдерском деле .....	27
<b>– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	
<b>А.Ю.Гревцев.</b> Горный сервитут в системе Российского права .....	30
<b>И.В.Абакумов, Ю.А.Скорик.</b> Комплексный подход к переоценке остаточных запасов валунчатых хромовых руд Сарановских россыпей .....	33
<b>А.В.Яковлев, К.А.Кочнев, С.Р.Пьянзин, А.М.Яковлев.</b> Обоснование порядка ввода в эксплуатацию карьеров-участков Горкитского месторождения в составе Тарыннахского ГОКа.....	35
<b>К.М.Семёнова.</b> Влияние рельефа местности и технологии намыва на эффективность гидроотвалообразования .....	37
<b>В.В.Яхеев.</b> Аналитические зависимости углов наклона выработок для беспрепятственной подачи закладки при рудной подготовке .....	41
<b>– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС</b>	
<b>Е.Н.Мельников, М.Г.Мустафин, М.М.Снарера.</b> Методика организации геодезического контроля деформаций водопроводов в условиях Санкт-Петербурга.....	43
<b>Т.Н.Малик, В.Г.Бурачек.</b> Повышение точности визирования устройств фотоэлектрической связи .....	48
<b>Г.П.Жуков.</b> О справочнике маркшейдера.....	52
<b>– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ</b>	
<b>А.А.Каленицкий, Э.Л.Ким, В.А.Середович.</b> Современное представление о проведении геодинамических исследований на месторождениях нефти и газа .....	54
<b>В.В.Зубков, Е.Е.Квятковская.</b> Формирование зон ПГД (повышенного горного давления) при отработке многопластовых свит .....	61
<b>– ЮБИЛЕИ</b> .....	64
<b>– ИНФОРМАЦИЯ</b> .....	65

А.М.Газалиев

### КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ – ФЛАГМАН ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ КАДРОВ



Карагандинский «Политех» - известный не только в Казахстане, но и в странах Содружества ВУЗ. Здесь получил основы инженерных знаний Президент Республики Казахстан

Н.А.Назарбаев. В 1976 г. за высокие достижения в научной и образовательной деятельности ВУЗ награжден Орденом Трудового Красного Знамени, а в 1980 г. он вместе с МГУ имени М.В.Ломоносова признан лидером во Всесоюзном соревновании среди 870 вузов СССР.



**Главный корпус Карагандинского государственного технического университета**

За последние годы Карагандинский государственный технический университет обрел вторую молодость, новое дыхание и стремительно входит в мировое образовательное пространство в качестве инновационно-ориентированного университета. В настоящее время в нем обучаются более 12 тысяч студентов, магистрантов и докторантов. В его состав входят 10 профильных институтов и Технологический колледж.

Наряду с качеством профессиональной подготовки одним из главных приоритетов ВУЗа является формирование личности будущего специалиста. В КарГТУ создана уникальная модель патриотического воспитания студентов, которая успешно реализуется в 50 вузах Казахстана.

Опыт подготовки специалистов в КарГТУ показывает, что и на производственной практике, и при трудоустройстве наиболее востребованы студенты и выпускники, обладающие рабочей квалификацией. В связи с этим в ВУЗе созданы четыре современных центра, охватывающие самые массовые и востребованные в регионе рабочие профессии.

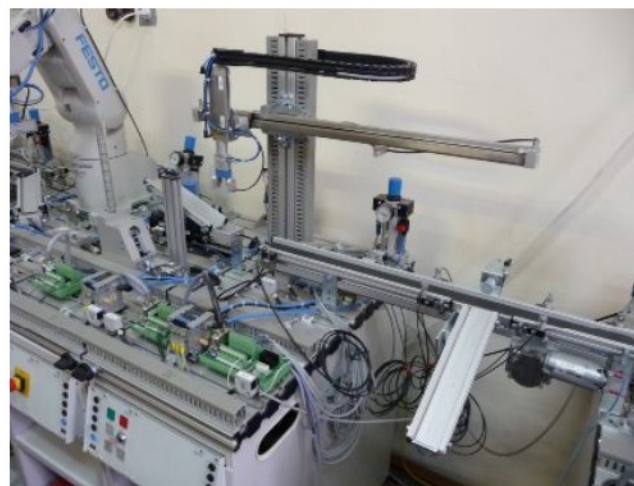
Центр горных профессий оснащен действующим горно-шахтным оборудованием и геодезическим

комплексом производства швейцарской фирмы «Leica Geosystems». В Центре машиностроительных профессий функционируют 28 станков по широкому кругу специальностей, приобретено 2 станка с ЧПУ. В Центре строительных профессий сосредоточен весь комплекс современной строительной-дорожной техники и учебных тренажеров. Учебный центр в Казахском институте сварки при КарГТУ, созданный совместно с французской фирмой TOTAL, оборудован уникальным комплексом производства США, Швеции и Финляндии. Он уже начал подготовку специалистов сварки всех уровней с выдачей дипломов, признаваемых в 55 странах – членах клуба «Международный институт сварки».



**Практическое занятие в Учебном центре «Сварка»**

Кроме того, в ВУЗе созданы учебно-научные лаборатории с комплексом оборудования по автоматизации производственных процессов, используемым на предприятиях Mitsubishi и Festo.



**Стенд микропроцессорной станции FESTO в лаборатории автоматизации производственных процессов**

В классе интерактивного обучения австрийской фирмы EMKO студенты и магистранты используют системы числового программного управления при проектировании и изготовлении деталей. Через интернет предоставляется дистанционный доступ к уникальным учебным стендам лабораторий мехатроники и робототехники ВУЗов студентам, магистрантам и

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

докторантам всех университетов, участвующих в международном образовательном проекте СИНЕРГИЯ (Россия-Украина-Казахстан).



**Интерактивная лекция профессора Брейдо И.В. по программе «Синергия»**

Однако основу профессионального обучения все же составляет приобретение практических навыков непосредственно на предприятиях соответствующего профиля, обладающих современной производственно-технической базой. В решении задач по формированию национальной инновационной системы и реализации новой кадровой политики важную роль играет созданный на базе КарГТУ инновационно-образовательный консорциум «Корпоративный университет». В настоящее время Консорциум объединяет 83 предприятия Казахстана, в том числе такие гиганты индустрии, как «Арселор Миттал Темиртау», «Корпорация Казахмыс», «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение», «Богатырь Комир», «Шубарколь Комир» и др.

Ежегодно проводятся производственные совещания руководителей предприятий Консорциума, на которых согласовываются мероприятия по новой политике в подготовке кадров для горно-металлургического комплекса Казахстана, совместной разработке и внедрению в производство инновационных проектов.



**Научно-исследовательская работа в полевых условиях на Шубаркольском угольном разрезе**

По целевым заказам предприятий Консорциума в КарГТУ обучается более 600 студентов и магистрантов. Работодатели активно участвуют в разработке государственных образовательных стандартов и типовых учебных программ, обеспечиваютхождение практики, защиту дипломных проектов по про-

фильной тематике, оказывают помощь в организации работы филиалов кафедр, оснащении лабораторным оборудованием. Эта работа ведется на 55 созданных на предприятиях филиалах выпускающих кафедр.

Так, на предприятии «Углесервис» АО «АрселорМиттал Темиртау» организован Специализированный технический центр по разработке и внедрению автоматизированных систем контроля безопасности в угольных шахтах, являющийся филиалом и базой практики кафедры Автоматизации производственных процессов для студентов специальностей «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика». Кафедрой создано также малое инновационное предприятие «Элат» для реализации разработок в области автоматизации и электрооборудования. Предприятие входит в консорциум «КарГТУ-ИНТЕХ» и в Технопарк «Политех». Фирмой «Элат» в настоящее время изготовлены и реализованы предприятиям более 750 аппаратов защиты от токов утечки, подготовлены к реализации опытно-промышленные образцы «Чёрного ящика» (системы пред- и послеаварийного контроля режимов работы электрооборудования и технологической среды угольных шахт).

Огромную роль в повышении качества подготовки специалистов на основе усиления связи образования, науки и производства играет инновационный научно-технический комплекс ВУЗа, в составе которого функционируют 7 НИИ, 38 научно-исследовательских лабораторий при кафедрах, лаборатория инженерного профиля, 3 научно-технических центра, Молодежный центр инноваций и Технопарк «ПОЛИТЕХ». Для компактного размещения комплекса в КарГТУ создана зона высоких технологий «Hi Tech» общей площадью более 4000м<sup>2</sup>. В 2012 г. объем выполненных ВУЗом НИОКР составил 9,5 млн.\$ США.

В рамках подготовки к ЭКСПО-2017, которая состоится в г.Астане, ученые ВУЗа создают минипроизводства по изготовлению автономных гидронагревателей, переработке техногенных минеральных отходов, очистке промышленных газов и получению углегуминовых препаратов на основе забалансовых углей Казахстана (для производства сорбентов и минерально-органических удобрений).

Сегодня КарГТУ – это сплоченная, слаженная команда единомышленников, заряженная на успех и конечный результат, на развитие инноваций в образовании, науке и производстве.

Результаты деятельности КарГТУ оказывают значительное влияние на устойчивое развитие Казахстана, решая комплекс актуальных социально-экономических и экологических проблем в области горного дела, энергетики, машиностроения, автоматизации, строительства, комплексной переработки минерального, техногенного и возобновляемого растительного сырья.

*Арстан Мауленович Газалиев, академик НАН РК, ректор*

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

Карагандинского государственного технического университета, E-mail: kargtu@kstu.kz

УДК 622

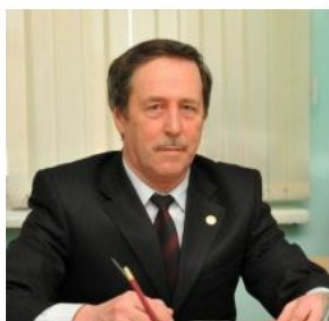
Ф.К. Низаметдинов

### КАФЕДРА МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОДЕЗИИ НА ПОРОГЕ 60-ЛЕТИЯ

*Юбилею Карагандинского государственного технического университета посвящается*

Приведены основные сведения о составе коллектива кафедры, материально-техническом и учебно-методическом обеспечении, научных разработках и достижениях известных ученых кафедры за последние годы, внесших вклад в развитие кафедры. Особое внимание уделено международному сотрудничеству с другими родственными кафедрами маркшейдерско-геодезического направления и зарубежными фирмами. В заключении рассмотрены приоритетные направления дальнейшего развития кафедры.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Карагандинский государственный технический университет; кафедра маркшейдерского дела и геодезии; подготовка маркшейдерско-геодезических кадров; выдающиеся ученые; профессорско-преподавательский состав; учебная деятельность; научная работа кафедры; международные связи.



В настоящее время в Казахстане идет бурное строительство и реконструкция зданий, сооружений, дорог и трубопроводов, особенно это наглядно видно в нашей столице Астане и в областных городах республики, паспортизация земельных участков и сельскохозяйственных угодий для получения права на частную собственность, а также освоение нефтяных, угольных и рудных месторождений полезных ископаемых. В этих условиях особая роль отводится специалистам, имеющим высшее техническое образование. При этом особенно востребованы специалисты, умеющие читать и составлять топографо-геодезические планы и карты, работать с проектно-технической документацией строительства объектов различного назначения, переносить геометрические элементы в натуру, осуществлять контроль качества выполняемых работ с использованием современных маркшейдерско-геодезических приборов и компьютерных технологий.

Таковыми специалистами на строительных площадках, геодезических партиях и горнодобывающих предприятиях являются геодезисты, картографы и маркшейдеры.

Подготовкой специалистов в области геодезии, картографии и маркшейдерского искусства в Центральном Казахстане занимается кафедра маркшейдерского дела и геодезии имени чл.-корр. НАН РК

Попова И.И. в составе горного института Карагандинского государственного технического университета. Кафедра имеет определенные исторические традиции, богатый опыт подготовки специалистов, мощную материально-техническую базу и высококвалифицированный кадровый потенциал.

Она ведет подготовку бакалавров и магистров по двум специальностям: «Горное дело» (со специализацией «Маркшейдерское дело») и «Геодезия и картография» на казахском и русском языках. На кафедре работала аспирантура и докторантура, а сейчас магистратура и подготовлены документы для открытия PhD-докторантуры по специальностям «Маркшейдерское дело» и «Геодезия».

В настоящее время на кафедре работают: 5 д.т.н., проф.: Ф.К. Низаметдинов, К.К. Элиманов, Ө.Сәбденбекұлы, В.Н. Долгонос, С.Г. Ожигин; 13 к.т.н., доценты: Б.И. Жумадильда, О.В. Старостина, С.К. Абельсеитова, С.Б. Ожигина, Е.Н. Хмырова, О.Г. Бесимбаева, А.З. Капасова, Ж.З. Толеубекова, Г.Е. Жунусова, Р.Ф. Низаметдинов, Н.Ф. Низаметдинов, Д.В. Мозер, С.П. Оленюк; 2 ст. преподавателя: А.А. Куанышбекова, М.Б. Игемберлина; 6 магистров наук: А.С. Бахтыбаева, А.К. Сатбергенова, Ж.М. Батыршаева, Е.А. Олейникова, А.С. Корниенко, Д.Т. Тулеукулова; ассистенты-магистранты: Ш.О. Сакимбаева, Н.С. Доненбаева, А.С. Туякбай, Е.В. Кайгородова, Р.Н. Джамантыкова, К.В. Идрисов; инженеры: Т.И. Гуцина, А.Д. Каранеева, Ж. Алданыш, Э.К. Пуль.

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ



Коллектив кафедры, 2012 г.



**Рудаков М.Л.**  
д.т.н., проф.  
(1955-1960 гг.)

На кафедре чтут традиции, заложенные известными учеными маркшейдерами, к которым относятся:

1) Рудаков М.Л. – доктор технических наук, профессор, который занимался проблемами охраны недр, учетом потерь и разубоживания полезных ископаемых и устойчивостью бортов карьеров. Заведовал кафедрой и одновременно был проректором по учебной и научной работе.

2) Попов И.И. – член-корреспондент Национальной Академии наук, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Совета Министров КазССР в области науки и техники, который создал научную школу геомехаников открытых разработок Казахстана, солидную учебно-методическую и материально-техническую базу кафедры и высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав. Следует отметить то, что практически весь коллектив имел ученую степень кандидата технических наук (порядка 20 человек), а трое из них имели ученую степень доктора технических наук (Попов И.И., Окатов Р.П. и Шпаков П.С.). По остепенённости кафедра занимала первое место в Советском Союзе среди подобных кафедр. Заведовал кафедрой на протяжении 30 лет (1960-1990 гг.).



**Попов И.И.**  
д.т.н., проф.  
(1960-1990 гг.)



**Окатов Р.П.**  
д.т.н., проф.  
(1990-1998 гг.)

3) Окатов Р.П. – доктор технических наук, профессор, лауреат премии Совета Министров КазССР в области науки и техники, разработавший методы расчета устойчивости откосов в анизотропной среде и создавший школу горных геометров. Он опубликовал основополагающие монографии по проблеме обеспечения устойчивости карьерных откосов и учебник по горной геометрии, утвержденный Министерством образования и науки РК. Заведовал кафедрой в тяжелые годы перестройки общества с 1990 по 1998 гг.



д.т.н., проф.  
**Шпаков П.С.**

4) Шпаков П.С. – доктор технических наук, профессор, лауреат премии Совета Министров КазССР в области науки и техники, который разработал геомеханические модели прибрежных массивов карьеров и отвалов и автоматизировал методы расчета устойчивости откосов на ЭВМ с использованием численно-аналитического решения. Являлся профессором кафедры с 1989 по 1995 гг., затем уехал в Россию (г.Муром), но научные и дружеские контакты поддерживаются до сих пор.

5) Поклад Г.Г. – кандидат технических наук, профессор, лауреат премии Совета Министров КазССР в области науки и техники. Он опубликовал учебник «Геодезия» союзного значения и ряд учебных пособий по дисциплинам специальности «Маркшейдерское дело». Эти труды и сейчас используют студенты при изучении дисциплин специальностей «Маркшейдерское дело» и «Геодезия и картография». Он оказывал большую поддержку в проведении

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

научных исследований при подготовке научных кадров. В 2006 году им переиздан современный учебник «Геодезии», отражающий передовые достижения науки и техники в области геодезии.

б) Жумадильда Б.Ы. – кандидат технических наук, доцент, который впервые на кафедре подготовил и опубликовал ряд методических и учебных пособий по дисциплине «Геодезия» на казахском языке. Научные исследования его направлены на изучение потерь и разубоживания полезных ископаемых при разработке месторождений открытым способом.



к.т.н., проф.  
Поклад Г.Г.



к.т.н., проф.  
Жумадильда Б.Ы.

В настоящее время кафедрой руководит Низаметдинов Ф.К. (с 1998 г.) – доктор технических наук, профессор, лауреат премии Совета Министров КазССР в области науки и техники. Он выпускник кафедры и прошел трудовой путь от стажера-исследователя до заведующего кафедрой. Поддерживая и развивая существующую научную школу маркшейдеров и геомехаников открытых раз-

работок, им заключаются научно-исследовательские работы со многими горнодобывающими предприятиями Казахстана.

Кафедра имеет материально-техническое оснащение традиционной и современной маркшейдерско-геодезической аппаратурой. Из традиционных приборов имеются оптические теодолиты разной точности измерения углов, нивелиры, мензулы, кипрегели, гиротеодолит, гирокомпас, свето- и радиодальномеры, глубиномеры, фототеодолит и стереофотограмметрическое оборудование.

Современные приборы швейцарского производства: электронные тахеометры – автоматы, позволяющие измерять углы с точностью 1"-5" и длины линий с точностью 2 мм на 1 км линии, цифровые нивелиры, глобальные спутниковые системы (GPS) базовая станция и переносные роверы, лазерные рулетки, лазерный 3D-сканер и электронные планиметры (рис.1).



Рис.1. Современное материально-техническое оснащение кафедры (слева направо): электронный тахеометр совмещенный с GPS, сканер и цифровой нивелир

На кафедре создана учебная лаборатория «Автоматизация маркшейдерско-геодезических измерений», оснащенная компьютерами, цветным плоттером, цифровым видеопроектором и телевизором, и программными продуктами: CREDO, LISCAT, GEMCOM, САМАРА, а также имеются два компьютерных класса на 25 посадочных мест.

Наличие на кафедре учебных и научных лабораторий, оснащенных современным оборудованием и программным обеспечением, позволяет в настоящее время вести подготовку специалистов горного и маркшейдерско-геодезического профиля на качественно новом уровне (рис.2,3).



Рис.2. Доцент Ожигин С.Г. проводит лабораторное занятие по изучению электронного тахеометра



**Рис.3. Доцент Ожигина С.Б. проводит лабораторное занятие по изучению сканера**

В связи с подготовкой бакалавров и магистров кафедры провела большую работу по созданию рабочих учебных планов специальностей, типовых учебных программ дисциплин и, самое главное, завершила создание учебно-методических комплексов (силлабусов) на казахском и русском языках. Теперь каждый студент имеет возможность взять у преподавателя учебно-методический комплекс в электронной форме по той или иной дисциплине для успешного самостоятельного его освоения. Учебно-методические комплексы дисциплин дополнены электронными учебниками или учебными пособиями, и, как правило, методическими указаниями для лабораторных работ или практических занятий. Изданы учебники, согласованные с Министерством образования и науки РК, по дисциплинам: «Геодезия» (проф. Поклад Г.Г.), «Маркшейдерское дело» (Попов И.И., Жаркимбаев Б.В.), «Горная геометрия» (проф. Окатов Р.П.), «Обеспечение техники безопасности при геодезических работах» (проф. Низаметдинов Ф.К., доц. Бесимбаева О.Г.). За весь период подготовки специалистов профессорско-преподавательским составом кафедры выпущена следующая учебно-методическая и научная литература: монографий научного плана – 10 шт., учебников и учебных пособий – 25 шт., методических указаний по выполнению лабораторных и практических занятий, а также по проведению учебных и производственных практик и дипломирования – 52 шт., электронных учебников – 50 шт., слайд-лекций – 90 шт., мультимедийных презентаций и видеолекций – 6 шт.

Студенты, обучающиеся на наших специальностях, имеют большую возможность заниматься научно-исследовательской работой по тематике кафедры, а также изучать самую современную маркшейдерско-геодезическую технику, что соответствует новой концепции развития образования в Казахстане до 2015 года (рис.4).



## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

а)



б)



**Рис.4. Использование современных приборов:**  
а-съемка в г. Астана (доц. Хмырова Е.Н.); б-съемка  
карьера Нурказган (к.т.н. Низаметдинов Н.Ф.)

На кафедре функционируют пять научных студенческих кружков: «Маркшейдерско-геодезические приборы» (руководитель к.т.н., доц. Ожигина С.Б.); «Геоинформационные системы» (руководители: д.т.н., доц. Ожигин С.Г., к.т.н., ст.преподаватель Оленюк С.П.); «Устойчивость карьерных откосов» (руководитель д.т.н., проф. Низаметдинов Ф.К.); «Автоматизация маркшейдерско-геодезических измерений» (руководители: к.т.н., доц. Ожигина С.Б., к.т.н., ст.преп. Низаметдинов Н.Ф., к.т.н., доц. Толеубекова Ж.З.); «Наблюдения за деформациями зданий и сооружений» (руководители: к.т.н., доц. Хмырова Е.Н., к.т.н., доц. Бесимбаева О.Г.). Два научных кружка «Маркшейдерско-геодезические приборы» и «Автоматизация маркшейдерско-геодезических измерений» ведутся на государственном и русском языках. Еже-

годно на республиканском студенческом конкурсе, проводимом МОН РК, 3-4 студенческие научные работы награждаются дипломами. Результаты научных исследований используются в учебном процессе при подготовке дипломных проектов и выполнении курсовых проектов по дисциплинам: инструментальное, сдвигание горных пород, автоматизация геодезических измерений, геомеханика, геоинформационные системы в горном деле.

Для закрепления теоретических знаний по геодезии и высшей геодезии студенты проходят летом учебные и специальные геодезические практики в СОЛ «Политехник», расположенном в живописнейшем месте Каркаралинского горно-лесного массива (рис.5). Ежегодно в лагере проходят практики порядка 150 студентов. Производственные практики студенты проходят на шахтах и карьерах УД «Арселор Миттал Темиртау», ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «ССГПО» и других горнодобывающих и строительных предприятиях по заключенным договорам между КарГТУ и предприятиями. Отдельные разделы дисциплин специальностей изучаются в филиалах кафедры в РКГП «Орталықмаркшейдерия» и АО «Шубарколь комир».



**Рис.5. Студенческая группа геодезистов на практике (руководитель доц., к.т.н. Толеубекова Ж.З.)**

Научная работа выполняется в рамках двух лабораторий: кафедральной «Маркшейдерия, геомеханика и геометризация недр» и университетской инженерного профиля «Комплексное освоение ресурсов минерального сырья» (рис.6). Основная научная тематика кафедры направлена на обеспечение устойчивости откосов уступов и бортов карьеров Казахстана, на создание геомеханического мониторинга прибортовых массивов карьеров, на внедрение цифровых технологий с использованием 3D-сканеров в горных и архитектурно-строительных производствах (рис.7). Ежегодный объем финансирования научных исследований составляет 50,0 млн. тенге. В научном плане кафедра

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

имеет тесные связи с проектными, научно-исследовательскими организациями: головной Жезказганский проектный институт, ТОО «Карагандагипрошахт и К», Казахский научно-исследовательский институт в области безопасности горной промышленности, а также горнодобывающими предприятиями: АО «Шубарколь комир», АО «Казмарганец», АО «ССГПО», ТОО «Корпорация Казахмыс», ТОО «Восточное рудоуправление», ТОО «ALTYNTAUKOKSHETAU», ТОО «NOVO-ЦИНК», ТОО «Алтыналмаз», ТОО «Экибастуз комир», УД «Борлы», ТОО «Каражыра», Топарская ГРЭС и другие.



**Рис.6. Лаборатория «Современные маркшейдерско-геодезические приборы и оборудование»**



**Рис.7. Инструментальные измерения на карьере «Соколовский» (доц. Ожигин С.Г.)**

Большое внимание уделяется подготовке научных кадров. Так за последние шесть лет на кафедре под руководством проф. Низаметдинова Ф.К. защитили 4 докторские (доц. Цай В.Н., доц. Долгоносов В.Н., доц. Ожигин С.Г., к.т.н. Элиманов К.К.) и 15 кандидатских диссертаций (Абельсеитова

С.К., Старостина О.В., Ожигина С.Б., Бондаренко Т.Т., Мозер Д.В., Толеубекова Ж.З., Низаметдинов Р.Ф., Низаметдинов Н.Ф., Ким С.П., Рахимов З.Р., Бесимбаева О.Г., Жунусова Г.Е., Оленюк С.П., Хмырова Е.Н., Капасова А.З.). Тематика диссертаций направлена на решение задач и в целом проблемы обеспечения и контроля устойчивости карьерных откосов. Остепененность кафедры составила 65%, таким образом, мы достигли качественного кадрового потенциала 90-х годов прошлого века, когда заведующим кафедрой был чл.-корр. НАН РК Попов И.И.

Кафедра проводит научные и учебно-методические семинары, кружки и конференции. Ежегодно студенты активно участвуют в конференции «Студент и научно-технический прогресс», 15 апреля проводится научный университетский семинар «Поповские чтения», посвященный дню рождения чл.-корр. НАН РК Попова И.И. В этом семинаре участвуют представители маркшейдерских служб практически всех горнодобывающих предприятий Центрального Казахстана, как правило, приезжают специалисты фирмы «Leica GEOSYSTEMS». Кафедрой подготовлена книга «Дело жизни» (проф. Низаметдинов Ф.К. и писатель Плотников Г.А.), где приведены сведения о деятельности проф. Попова И.И., истории кафедры МДиГ и ее выпускниках.

Создание научной школы с наличием современной техники, методики измерений и геоинформационных продуктов позволило начать проводить курсы по повышению квалификации маркшейдеров и геодезистов. Так в 2010 году было проведено повышение квалификации главных маркшейдеров таких крупных предприятий, как АО «ССГПО» (г.Рудный), АО «Арселор Миттал Темиртау», АО «Казцинк», ПФ «Озенмунайгаз», ТОО «Метал Трейдинг», АНУП «Гефест», ТОО «Арман 100», АО «Майкаинзолото» и др. Общее количество слушателей составило 52 чел.

Кафедра имеет тесные международные связи в рамках заключенных договоров о сотрудничестве с другими родственными кафедрами маркшейдерско-геодезического направления и фирмами. К ним относятся кафедры при университетах: Московского ГГУ (Россия), Санкт-Петербургского ГГУ (Россия), Уральского ГГУ (Россия), Ташкентского ГГУ (Узбекистан), Клаустальского института геотехники и маркшейдерского дела (Германия) и фирмой «Leica GEOSYSTEMS» (Швейцария). Зарубежные ученые-маркшейдеры приезжают в наш Университет на кафедру для чтения лекций по новым приборам и технологиям маркшейдерско-геодезического и геомеханического направления. В течении двух лет побывали ученые России: д.т.н., проф. Шпаков П.С. (г.Владимир), Руденко В.В. (г.Москва), Мустафин М.Г. (г.Санкт-Петербург), Оксенкруг Е.С. (г.Москва), а также из Швейцарии специалисты фирмы «Leica GEOSYSTEMS»: Э.Жерби, М.Ручман, Ц.Мендоза, которых сопровождал А.Нужнов из ТОО «ЕАТС Алматы». Интересные лекции прочитал проф. В.Буш из института геотехники и маркшейдерского дела

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

(г.Клаусталь, Германия). В ходе работы по поднятию международного уровня университета был приглашен Майка Неринг из австралийского университета "The University Of Queensland", который занимает 47 место в международном рейтинге университетов мира. Им был проведен курс лекции на тему экономического планирования горных работ. При содействии специалистов из Швейцарии нами совместно внедрена на Васильковском карьере по добыче золота автоматизированная система слежения за состоянием бортов «GEOMOS», а также ежегодно проводятся научные семинары или конференции, где представляются новые приборы и технологии с обучением на них преподавателей и студентов.

Ежегодно осуществляется выпуск порядка 40 человек маркшейдеров и 40-50 человек геодезистов. Всего на кафедре обучаются 252 студента, из них по специальности «Маркшейдерское дело» – 53 и по специальности «Геодезия и картография» – 199. На государственном языке обучаются 70 студентов.

В магистратуре по этим специальностям учатся 38 чел., из них на 1 курсе – 27 чел. и на 2 курсе – 11 чел. Для качественной подготовки магистрантов наук по новой траектории «Геомеханика», совместно с ТОО «Корпорация Казахмыс» были приглашены известные зарубежные ученые: Х.Бок (Германия), Э.Пайн (Великобритания), А.Илчев (ЮАР), А.Б.Макаров, О.В.Зотеев (Россия) и др.

За это время кафедрой подготовлено 1384 специалиста, из них 1104 горных инженеров-маркшейдеров, 28 инженеров-геодезистов, 128 бакалавров со специализацией «Маркшейдерское дело», 124 бакалавров по специальности «Геодезия и картография». Они успешно трудятся на горнодобывающих и строительных предприятиях и других компаниях. К примеру, ПО «Карагандацветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» возглавляет наш выпускник генеральный директор Сергеев А.В., АО «Шубарколь комир» - вице-президент, к.т.н. Ким С.П., ТОО «ГЕОМАРК» – директор, д.т.н. Ходжаев Р.Р., Угольный разрез «Куучекинский» – директор Омаров Д.И. и др.

На базе кафедры в октябре 2011г. проведен Первый Съезд Маркшейдеров Казахстана и Международная научная конференция «Маркшейдерское дело в XXI веке: состояние и приоритеты развития». На нем был создан Союз маркшейдеров Казахстана,

где Ф.К. Низаметдинов был избран Президентом Союза. В сентябре 2012 г. Союз принят в Международное общество по маркшейдерскому делу (ISM), а Президент стал членом Президиума ISM.

Деятельность профессорско-преподавательского состава кафедры в разные годы заслуженно отмечена:

- присуждением премии Совета Министров КазССР в области науки и техники в 1989 г. (авторы: Попов И.И., Окатов Р.П., Шпаков П.С., Поклад Г.Г., Низаметдинов Ф.К.);
- дипломами I и II степени на ВДНХ КазССР и СССР и серебряной медалью (1988 г.) за высокую эффективность внедрения научных результатов;
- дипломом Минвуза СССР (проф. Попову И.И., Поклад Г.Г., 1988 г.) за внедрение в учебный процесс системы программированного обучения студентов;
- нагрудными знаками: «Отличник образования СССР» (проф. Попову И.И., Поклад Г.Г. и Жумадильда Б.Ы., 1990 г.) и «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан» (проф. Низаметдинов Ф.К., 2006 г.);
- присвоением МОН РК звания: «Лучший преподаватель вуза» (проф. Низаметдинов Ф.К. – 2007г. и 2012г., доц. Мозер Д.В. – 2011 г. и доц. Жунусова Г.Е. – 2012 г.);
- грамотами за II (2009 г.), III (2010 г.), I (2011 г.) и II (2012 г.) места в конкурсе «Лучшая выпускающая кафедра» в КарГТУ;
- медалью «Лауреата Премии Академии Горных наук Российской Федерации» (проф. Долгонос В.Н. и проф. Низаметдинов Ф.К., 2011г.) за научную работу в конкурсе имени проф. А.М.Терпигорьева.

Коллектив кафедры нацелен на выполнение новых задач, связанных с повышением качества подготовки маркшейдерско-геодезических кадров на основе обновления материально-технической базы и углубления фундаментальных научных исследований в области геомеханики, маркшейдерии и геодезии. Наряду с этим предусматривается активная пропаганда наших научных достижений путем участия в конкурсах на получение грантов и премий, открытие PhD докторантуры по двум специальностям «Маркшейдерское дело» и «Геодезия».

---

*Фарит Камалович Низаметдинов, зав. кафедрой, доктор технических наук, профессор, академик КазНАЕН, лауреат Премии Совета Министров Казахской ССР в области науки и техники, тел.: (7212)562627*



### От Редакции:

***От всей души поздравляем коллектив кафедры маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ со славным юбилеем, желаем дальнейших творческих успехов, научных разработок и профессиональных открытий в деле подготовки маркшейдерско-геодезических кадров высокого уровня на благо горной промышленности!***

УДК 622

*С.Г.Ожигин, Д.В.Мозер, Н.Ф.Низаметдинов*

### СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ КАЗАХСТАНА КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрена история организации Союза маркшейдеров Казахстана (СМК) с целью объединения усилий маркшейдеров для совместного решения профессиональных задач, представлены основные результаты его деятельности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** маркшейдерия Казахстана; Союз маркшейдеров Казахстана (СМК); Международное общество по маркшейдерскому делу (ISM); приоритеты развития.



**С.Г.Ожигин      Д.В.Мозер      Н.Ф.Низаметдинов**

На базе Карагандинского государственного технического университета (6-7 октября 2011 г.) состоялся Международный Симпозиум «Маркшейдерское дело в XXI веке: состояние и приоритеты развития». Список участников пестрил географией городов и организаций: Берн, Клаусталь, Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Астана, Алматы, Рудный, Усть-Каменогорск, Кокшетау, Экибастуз, Жезказган, Темиртау и т.д.

На пленарном заседании были заслушаны доклады по самым злободневным проблемам, которые ежедневно преодолевают маркшейдерские службы на горных предприятиях (рис.1). Они связаны как с выполнением текущей маркшейдерской работы, так и с внедрением перспективных научных разработок. На заседаниях секции были заслушаны более сорока докладов.



**Рис.1. Открытие Международного Симпозиума «Маркшейдерское дело в XXI веке: состояние и приоритеты развития»**

С приветственным словом к собравшимся обратился ректор КарГТУ, академик НАН РК Арстан Газалиев. Он отметил, что для вуза стало большой честью принять в своих стенах ведущих специалистов и профессоров Казахстана, России, Германии и Швейцарии.

О подготовке кадров маркшейдерского профиля выступили: Б.М.Жаркимбаев – профессор КазНТУ им.К.И.Сатпаева (г.Алматы), В.А.Гордеев – декан Уральского государственного горного университета (г.Екатеринбург), М.Г.Мустафин - заведующий кафедрой Санкт-Петербургского государственного горного университета (г.Санкт-Петербург), В.В.Руденко – профессор Московского государственного горного университета (г.Москва).

От горно-металлургических предприятий и профильных министерств выступили: главный менеджер ТОО «Объединенная химическая компания» Кенес Темирханов (Департамент недропользования АО «Самрук-Казына»); вице-президент АО «Соколово-Сарбайское горно-производственное объединение» Равиль Урдубаев и главный маркшейдер Талгат Ермакашев; главный маркшейдер АО «Арселор Миттал-Темиртау» Богдат Доскалиев; главный маркшейдер ТОО «Корпорация «Казахмыс» Арнат Салкынов, генеральный директор Александр Сергеев и главный маркшейдер Александр Горбунов УД «Борлы» ТОО «Корпорация «Казахмыс»; директор ТОО «Научно-инженерный центр ГеоМарк» Рустам Ходжаев; Вице-президент Сергей Ким и главный маркшейдер Денис Ситников АО «Шубарколь комир»; главный горняк АО «Жайремский ГОК» Владимир Бессонов; главный маркшейдер АО «Казмарганец» Тайхон Чернияздын; президент ТОО «Карагандагипрошахт» Иван Мирный; заведующий лабораторией «Геомеханика маркшейдерия» МЧС РК Калдыбек Элиманов; главный государственный инспектор по экологии Карагандинской области Канат Арунов и многие другие (рис.2).

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ



Рис.2. Участники международного симпозиума

Международный симпозиум в своем решении наметил основные приоритеты развития маркшейдерии Казахстана: разработка автоматизированных систем мониторинга производственных процессов и состояния массивов горных пород; внедрение ЦФС в практику работ маркшейдеров на открытых разработках; разработка и внедрение ГИС-технологий при открытой и подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

В рамках работы Симпозиума состоялся Учредительный съезд маркшейдеров Казахстана. На съезде было принято решение об организации Союза маркшейдеров Казахстана (СМК). Его цель – объединение усилий маркшейдеров для совместного решения профессиональных задач. Президентом Союза был избран заведующий кафедрой Маркшейдерского дела и геодезии КарГТУ, академик КазНАЕН, крупный казахстанский ученый в области геомеханического обеспечения устойчивости карьерных откосов, маркшейдерии и геодезии Фарит Камалович Низаметдинов. Именно благодаря его опыту и организаторским способностям был проведен большой научный форум в КарГТУ. Был представлен и утвержден Устав профсоюза, утвержден Центральный Совет в количестве 25 человек. Также было решено издавать специальный журнал «Маркшейдерия және геодезия», в котором найдут свое отражение: передовой опыт выполнения маркшейдерских работ, научные исследования в области наблюдения за состоянием зданий, сооружений и горных выработок, вопросы использования современных электронных приборов и оборудования и другие.

Теперь СМК может делегировать своих представителей на международные съезды. Членами Союза могут стать и студенты, здесь они смогут вы-

расти в настоящих профессионалов своего дела.

Члены союза маркшейдеров активизировали свою работу путем участия 17-18 мая 2012 г. в г.Караганде в Международном семинар-совещании «Инновационные технологии в области дистанционного зондирования Земли, геоинформационных систем, геодезии, маркшейдерии и картографии» (рис.3). В семинар-совещании приняли участие представители 18 предприятий, компаний и государственных организаций, в их числе ЗАО «Совзонд» (г. Москва, Россия), ООО НПК «Йена Инструмент».

В ходе совещания были рассмотрены вопросы о необходимости пересмотра «Инструкции по производству маркшейдерских работ» с учетом современных технологий производства маркшейдерско-геодезических работ и выдаче рекомендаций предприятиям горнодобывающей и нефтегазовой отрасли и другим заинтересованным организациям по использованию метода радарной интерферометрии по данным космической съемки при проведении мониторинга смещений земной поверхности и сооружений.

Члены Президиума в лице Президента Низаметдинова Ф.К. и ученого секретаря Мозера Д.В. приняли участие в «40-ом Пленарном заседании Международного общества по маркшейдерскому делу», проходившем в г. Екатеринбург (Россия) с 10 по 13 сентября 2012 г., где участвовали: президент, проф. Axel Presse (Германия), председатель Оргкомитета XV Конгресса ISM, член президиума Gabriele Andersen (Германия) и другие члены Президиума из 16 стран: США, Норвегия, Швеция, Монголия, Великобритания, Украина, Болгария, Германия, Чешская Республика, Австралия, Венгрия, Россия, Польша, Швейцария, Болгария и Республика Казахстан (рис.4).

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ



Рис.3. Участники семинар-совещания Союза маркшейдеров



Рис.4. Участники Пленарного заседания Международного общества по маркшейдерскому делу (г.Екатеринбург)

В протоколе заседания рассмотрены вопросы, связанные с включением новых членов Президиума международного общества по маркшейдерскому делу (ISM), где от Казахстана рассмотрена кандидатура Низаметдинова Ф.К. – президента СМК. В ходе обсуждения путем прямого голосования Президиум единогласно утвердил рассматриваемую кандидатуру.

Президиум Союза маркшейдеров Казахстана наметил в течение 2013 г. и уже частично осуществил

следующие крупные мероприятия:

- 15 февраля 2013г. проведен Форум маркшейдеров «Инновации в маркшейдерском деле»;
- участие в работе Международного маркшейдерского конгресса в Германии (г.Аахен), сентябрь 2013 г.;
- подготовка проектов двух нормативных документов: «Положения о маркшейдерских службах» и «Инструкции по обеспечению устойчивости откосов уступов и бортов карьеров».

*Сергей Георгиевич Ожигин, д.т.н., профессор;  
Дмитрий Владимирович Мозер, к.т.н., доцент;  
Наиль Фаритович Низаметдинов, к.т.н., доцент  
(Кафедра маркшейдерского дела и геодезии, Карагандинский  
государственный технический университет,  
тел.: (7212) 562627, (7014) 062436)*

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ

Рассмотрены статистические исследования поля градиентов густоты съемочных пикетов. Проведена систематизация по отдельным группам и даны сводные результаты обработки статистических характеристик.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** топогеодезические работы; поле градиентов густоты съемочных пикетов; поле градиентов высот; статистический анализ.



**Нуржумин Е.К. Турспеков С.В.**

В основу статистического исследования были положены поле градиентов густоты съемочных пикетов и поле градиентов высот, которые рассматривались

как случайные поля, что дало возможность характеризовать среднюю величину высоты через параметры распределения их градиентов. При этом градиентными значениями густоты пикетов служат фактические ее съемочные значения и аналогично градиентными значениями уклона являются фактические его значения, пространственные положения которых координированы по результатам топографической съемки местности. Таким образом, градиентом густоты пикета является ее единичный съемочный размер, значение которого по топоповерхности в зависимости от геометрических особенностей рельефа при съемке принимает различные значения. Аналогично градиентом высоты сечения рельефа служит ее единичное значение, фиксируемое при съемке, которое в зависимости от геометрических особенностей рельефа при съемке принимает различные значения.

Статистический анализ с предварительным проведением систематизации фактических данных топо съемки и топографических планов по принятым выше трем натурно-экспериментальным объектам позволил формировать по ним статистические совокупности. Ста-

тистические совокупности были составлены по фактическим градиентным значениям густоты съемочных пикетов ( $I_{пк}$ ) и сечения рельефа по этим трем объектам – топографическим планам. При этом, исходя из сущности и практики регулирования густоты пикетов и сечения рельефа путем изменения их значений при топографической съемке местности, фактические градиентные значения густоты съемочных пикетов при съемке были определены путем измерения расстояний между соседними пикетами по топографическим планам различного масштаба, а фактические значения градиентного сечения рельефа, фиксированные при съемке, вычислялись как разность высот (отметок) между соседними пикетами ( $h_{\Delta} = h_i - h_{i+1}$ ), т.е. как единичные промежуточные превышения между ними. При съемке местности градиентные значения густоты пикетов, как правило, принимают самые различные значения в зависимости от особенностей геометрии рельефа, изменение которых носит случайный характер. Аналогично, случайный характер присущ и динамике изменения градиентного сечения рельефа, диапазон изменения которого при съемке бывает значительным в зависимости от степени изменчивости высот элементарных поверхностей неровностей по участку. Здесь следует отметить, что сама земная поверхность представляет собой случайное поле высот.

По полученным фактическим значениям величин  $I_{пк}$  и  $h_{\Delta}$  составлены статистические совокупности и проведена их систематизация по отдельным группам. Сводные данные статистической систематизации по этим совокупностям по трем экспериментальным объектам приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Сводные данные по статистическим совокупностям, систематизированные по натурно-экспериментальным объектам**

Объект	Статистические параметры, по которым составлены совокупности	Количество полученных значений по параметрам	Область рассматриваемого параметра
1. Топографический план местности масштаба 1:500	Расстояние между пикетами, $I_{пкi}$	673	$3 \leq I_{пк} \leq 48$
	Разность высот между соседними пикетами, $h_{\Delta i}$	468	$1,0 \leq h_{\Delta} \leq 7,0$
2. Топографический план местности масштаба 1:2000	Расстояние между пикетами, $I_{пкi}$	315	$10 \leq I_{пк} \leq 150$
	Разность высот между соседними пикетами, $h_{\Delta i}$	309	$1,2 \leq h_{\Delta} \leq 15$
3. Топографический план местности масштаба 1:10000	Расстояние между пикетами, $I_{пкi}$	113	$140 \leq I_{пк} \leq 620$
	Разность высот между соседними пикетами, $h_{\Delta i}$	110	$1,5 \leq h_{\Delta} \leq 35$
Всего по параметрам	$\sum I_{пк}$	1101	$3 \leq I_{пк} \leq 620$
	$\sum h_{\Delta}$	887	$0,2 \leq h_{\Delta} \leq 35$
Итого		1988	

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

По полученным статистическим совокупностям значений параметров  $I_{пк}$  и  $h_{\Delta}$  по трем натурно-экспериментальным объектам проведена их статистическая обработка и вычислены статистические характеристики их распределения: средние значения

( $\bar{x}$ ), среднеквадратические отклонения ( $\sigma$ ) (стандарт), размах ( $a$ ), дисперсия ( $D$ ), коэффициент вариации ( $V$ ). Сводные результаты статистической обработки значений изучаемых параметров по этим объектам представлены в табл.2.

Таблица 2

**Сводные результаты статистической обработки и вычисленные значения статистических характеристик распределения параметров  $I_{пк}$  и  $h_{\Delta}$**

Наименование объекта	Статистические параметры	Статистические характеристики			
		Среднее $\bar{x}$	Стандарт. дисперсия $\frac{\sigma}{D}$ , дол.ед.	Кэф-т вариации $V$ , %	Размах, дол.ед.
1. Топографический план местности масштаба 1:500	$I_{пк}$	25,5	$\frac{12,1}{143,6}$	47,0	40,0
	$h_{\Delta}$	4,2	$\frac{1,8}{3,36}$	43,0	5,6
2. Топографический план местности масштаба 1:2000	$I_{пк}$	80,0	$\frac{14,6}{213,2}$	18,0	120,0
	$h_{\Delta}$	7,5	$\frac{4,3}{18,4}$	57,3	12,5
3. Топографический план местности масштаба 1:10000	$I_{пк}$	380,0	$\frac{22,4}{501,7}$	6,0	420,0
	$h_{\Delta}$	17,5	$\frac{7,5}{50,0}$	40,6	30,0

Анализ значений статистических характеристик распределения величин  $I_{пк}$  и  $h_{\Delta}$  по данным табл.2 показывает, что:

- среднее значение плотности съемочных пикетов ( $\bar{I}_{пк}$ ) увеличивается, т.е. тем больше, чем крупнее масштаб съемки (от 25,5 м до 380 м); такая же закономерность присуща изменениям размаха и среднеквадратического отклонения (стандарта  $\sigma$ ), а степень

вариации изменения плотности пикетов, наоборот, становится тем меньше, чем крупнее масштаб съемки;

- среднее значение разности высот между соседними пикетами (градиентного сечения) увеличивается, т.е. тем больше, чем крупнее масштаб съемки (от 4,2 до 17,5 м); такая же закономерность наблюдается и для значений среднеквадратического отклонения и размаха; наибольшая степень вариации величины  $h_{\Delta}$  присуща местностям масштабов 1:2000 и 1:500.

*Ерик Кабдулкакович Нуржумин, д.т.н., доцент кафедры геодезии, Казахский агротехнический университет, г.Астана, Казахстан;*

*Серик Вахитович Турспеков, к.т.н., доцент кафедры маркшейдерского дела и геодезии, Казахский Национальный технический университет, г.Алматы, Казахстан*

**ООО «Союз маркшейдеров России» НОЧУ «ЦДО «Горное образование»**  
(Лицензия серия А №270805, Регистрационный №024474)

**График проведения курсов на 2013 год (72 часа):**

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
30.09.2013-09.10.2013** 14.10.2013-23.10.2013*** 11.11.2013-20.11.2013	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
30.09.2013-09.10.2013** 14.10.2013-23.10.2013***	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
30.09.2013-09.10.2013** 14.10.2013-23.10.2013***	«Геология»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
30.09.2013-09.10.2013** 14.10.2013-23.10.2013***	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

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

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



УДК 622.271:622.271

Ф.К.Низаметдинов, С.Г.Ожигин, С.Б.Ожигина, Д.С.Ожигин

### МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ КАЗАХСТАНА

Представлены результаты многолетней работы специалистов научно-исследовательской лаборатории «Маркшейдерия, геомеханика и геометризация недр» (кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ)) на крупнейших карьерах Казахстана по обеспечению устойчивости откосов уступов, бортов и отвалов карьеров. Показано, что проблема обеспечения устойчивости прибортовых массивов на карьерах может быть решена только на основе рассмотренной в данной статье концепции геомеханического мониторинга состояния карьерных откосов, предусматривающей системный подход к решению всех составляющих задач и вопросов, комплексный учет и анализ всех природных и техногенных факторов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** карьер; откос; устойчивость; геомеханический мониторинг; комплексный учет и анализ.



Ф.К.Низаметдинов



С.Г.Ожигин



С.Б.Ожигина



Д.С.Ожигин

В 21-м веке Республика Казахстан занимает заметное положение в мировом минерально-сырьевом балансе, играет ведущую (по ряду отраслей - стратегическую) роль в Евроазиатском регионе и имеет высокий потенциал дальнейшего развития и повышения влияния на мировом минерально-сырьевом рынке.

Доля Казахстана в общемировых разведанных запасах по состоянию на 1.01.2003 г.:

1. Топливо-энергетические ресурсы: нефть - 3,2% (7 место в мире), газ - 1,5%; уголь - 3,1% от мировых (6 место в мире); уран - 18,9% (2 место в мире).

2. Твердые полезные ископаемые: золото - 2,7% (8 место в мире); серебро - 16 % (2 место в мире); медь - 7,1% (3 место в мире); свинец - 22% (1 место в мире); цинк - 15,2% (1 место в мире); никель - 1,4 % (12 место в мире); кобальт - 3,9% (5 место в мире); бокситы - 1,4% (10 место в мире); железо - 6% (5 место в мире); марганец - 30% (2 место в мире); хромовые руды - 37,6% (1 место в мире); барит - 47,2% (1 место в мире); фосфориты - 4,5% (6 место в мире).

По добыче и производству минерально-сырьевой продукции Казахстан занимает в мире: по хромитам - 2 место, по титану - 2-3 место, по цинку - 6, по марганцу - 8 место, свинцу - 6, серебру - 9, по урану - 5, меди - 10, по нефти, газу, углю и железу - входит в 20 ведущих стран мира [1].

В настоящее время в Казахстане интенсивно ведется разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом. Основными из них являются: меднорудные - 12 месторождений (Жезказганское, Коунрадское, Николаевское, Актюбенское и др.), полиметаллические - 6 месторождений (Карагайлинское, Коктенкольское, Акжальское и др.), золоторудные - 6 месторождений (Васильковское, Абыз, Варваринское и др.), железорудные - 5 месторождений (Сарбайское, Соколовское, Качарское и др.), угольные бассейны и месторождения - более 10 (Экибастузский, Майкубенский, Тургайский, Тениз - Коржанкульский бассейны, Шубаркольское, Жалын, Каражыра, Борлинское месторождения и др.), марганцевые - 5 месторождений (Ушкатын-III, Тур, Богач и др.) и нерудные (Топарское известняковое, Алексеевское доломитовое и др.). В целом, в Казахстане интенсивно ведутся открытые горные работы на более 50 крупных месторождениях [2].

Масштабы современного горнодобывающего производства (рис.1) требуют углубленного изучения и постоянного контроля за происходящими в прибортовых массивах геомеханическими процессами, вызванными нарушением равновесия в земной коре, во избежание неконтролируемых катастрофических проявлений в карьерах, таких как крупные оползни и обрушения.



Рис.1. Общий вид Соколовского карьера

Увеличение глубины и объемов открытых горных работ, усложнение инженерно-геологических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости бортов карьеров и формируемых отвалов. Комплекс вопросов обеспечения устойчивости карьерных откосов, оценки несущей способности оснований, прогноза деформаций сдвига и уплотнения прибортовых и отвальных массивов, направленного изменения и контроля геомеханического состояния карьерных откосов является актуальной научной и практической

проблемой, решение которой позволяет управлять состоянием прибортовых массивов карьеров. Этим целям наиболее полно соответствует концепция геомеханического мониторинга состояния карьерных откосов [3], которая предусматривает системный подход к решению всех составляющих задач и вопросов, комплексный учет и анализ всех природных и техногенных факторов.

Структурная схема исследований в системе геомеханического мониторинга представлена на рис.2.



Рис.2. Структурная схема геомеханического мониторинга

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

Многолетний опыт работы специалистов научно-исследовательской лаборатории «Маркшейдерия, геомеханика и геометризация недр» (кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ)) на крупнейших карьерах Казахстана по обеспечению устойчивости откосов уступов, бортов и отвалов карьеров позволил разработать и внедрить в практику горного дела прогрессивные методы по обеспечению устойчивости стационарных откосов под максимально возможными крутыми углами их наклона.

Системы геомеханического мониторинга состояния устойчивости карьерных откосов специалистами КарГТУ созданы на более 30 карьерах Казахстана: на карьерах «Ушкатын-III», «Западный», «Жомарт», «Тур», «Восточный камыс», «Николаевский», «Соколовский», «Сарбайский», «Качарский», «Коньрат», «Варваринский Центральный», «Алпыс», «Абыз», «Космурун», «Акчий Спасский», «Малый Спасский», «Акжалский», на Чиганакских карьерах №1 и №2, на Дальнезападных карьерах №1 и №2; на угольных разрезах «Богатырь», «Молодежный», «Куучекинский», «Каражыра», на Шубаркольских разрезах «Центральный» и «Западный»; дамбе золоотвала ГРЭС (Топар) и т.д.

Многолетний опыт маркшейдерских инструментальных наблюдений за состоянием прибортовых массивов карьеров на ряде месторождений Казахстана (150 наблюдательных станций) позволил разработать и внедрить методику высокоточных наблюдений с использованием современного электронного оборудования (рис.3).

На золоторудном карьере «Васильковский» ТОО «Алтынтау Кокшетау» внедрена автоматизированная система «GEOMOS», которая позволяет вести постоянный мониторинг состояния бортов карьера в реальном режиме времени.

Для исследования состояния прибортовых массивов карьера применяются новые методы изучения структуры горного массива с помощью 3D –сканера фирмы «Leica» (Швейцария) и георадара «Mala» (Швеция) (рис.4).

При решении вопросов обеспечения устойчивости карьерных откосов исходной информацией являются физико-механические характеристики горных пород, которые определяются в лабораторных и натурных условиях (рис.5), методом обратных расчетов оползней и обрушений, а также косвенным методом.

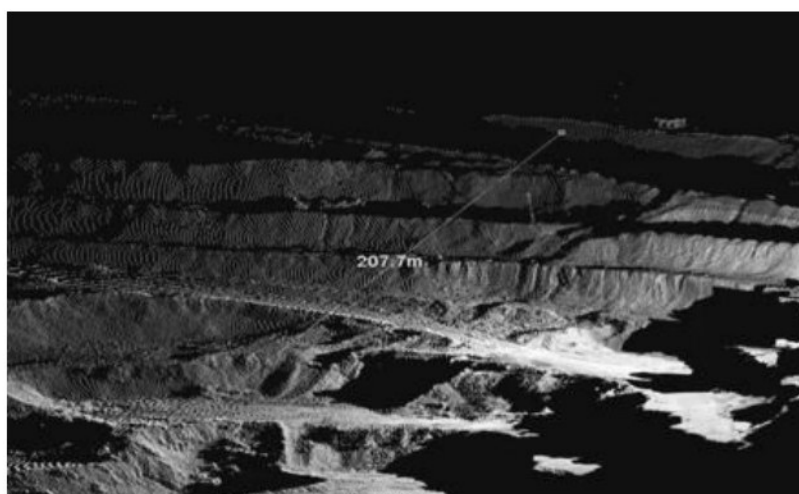


а – пункт наблюдения на автоматизированной станции Васильковского карьера

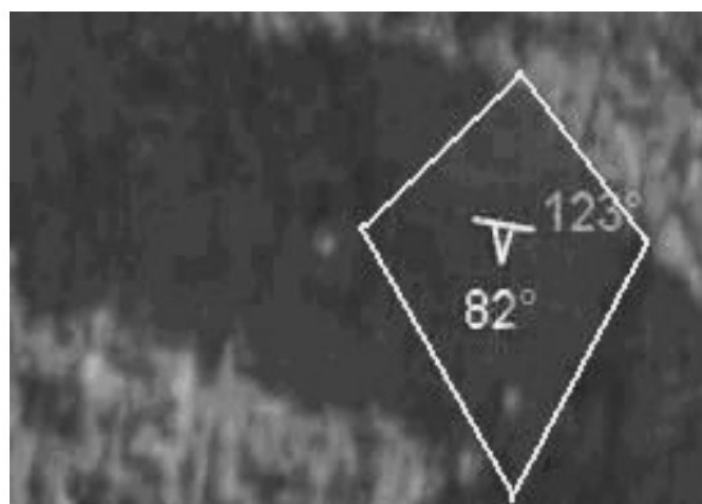


б – наблюдения с помощью ГНСС (карьер Варваринский-Центральный)

Рис.3. Современные технологии высокоточных наблюдений



**а - скан восточного борта в районе наблюдательной станции №1**



**б - изучение элементов залегания на откосе уступа**

**Рис.4. Применение технологии 3D-сканирования на карьере «Ушкатын III»**



**а – породная призма до испытания**



**б – породная призма после испытания**

**Рис.5. Натурные испытания яшмокварцитов на Чиганаких карьерах**

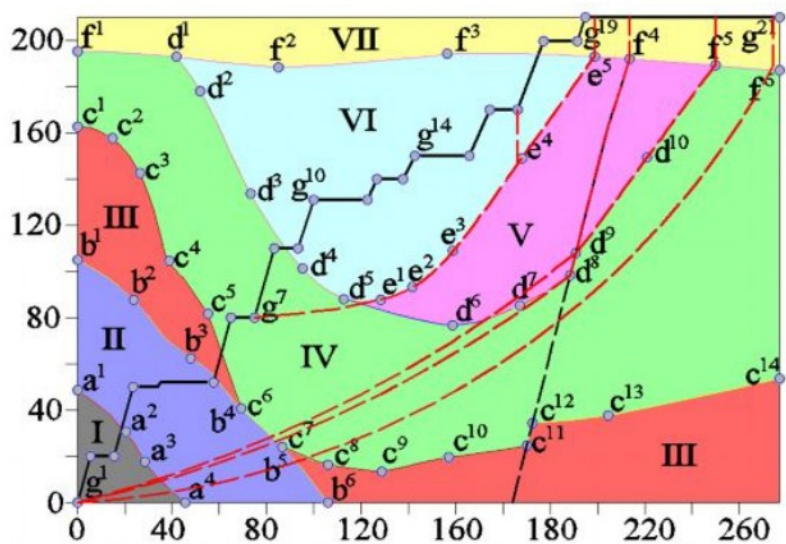
Наиболее надежным и достоверным способом определения прочностных характеристик прибортовых и отвальных массивов горных пород является метод обратных расчетов оползней, который учитывает все факторы, повлекшие нарушение устойчивого состояния массива. На основе известного графоаналитического способа разработана усовершенствованная методика расчета показателей сопротивления пород сдвигу по результатам съемок оползней с использованием численно-аналитического метода, основанного на интегрировании элементарных сил по поверхности скольжения.

Как показали исследования, неучет этих величин может привести к погрешности определения сцепления горных пород до 10-20%.

Для сложноструктурных месторождений целесообразно проводить комплексные исследования физико-механических свойств пород, включающие лабораторные, натурные испытания пород и обратные расчеты оползней с дифференцированным выбором расчетных показателей свойств пород [4].

Породный массив является физически дискретной, неоднородной, анизотропной средой, механические процессы деформирования которой носят нелинейный, переменный во времени характер. Для создания горно-геометрической модели прибортового массива предлагается кусочно-непрерывная интерполяция полиномами малой степени, что позволяет при моделировании горно-геологических контуров разработать достаточно простой и надежный алгоритм, позволяющий по исходной дискретной модели объекта получить адекватную непрерывную интерполяционную модель. Разработанный алгоритм обеспечивает возможность математического описания практически любой геологической ситуации, контуров борта карьера, поверхности скольжения, уровня грунтовых вод, тектонических нарушений, отраженных на геологическом разрезе вкрест простирания борта карьера (рис.6).

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ



**Рис.6. Математическое описание геологического разрез борта карьера**

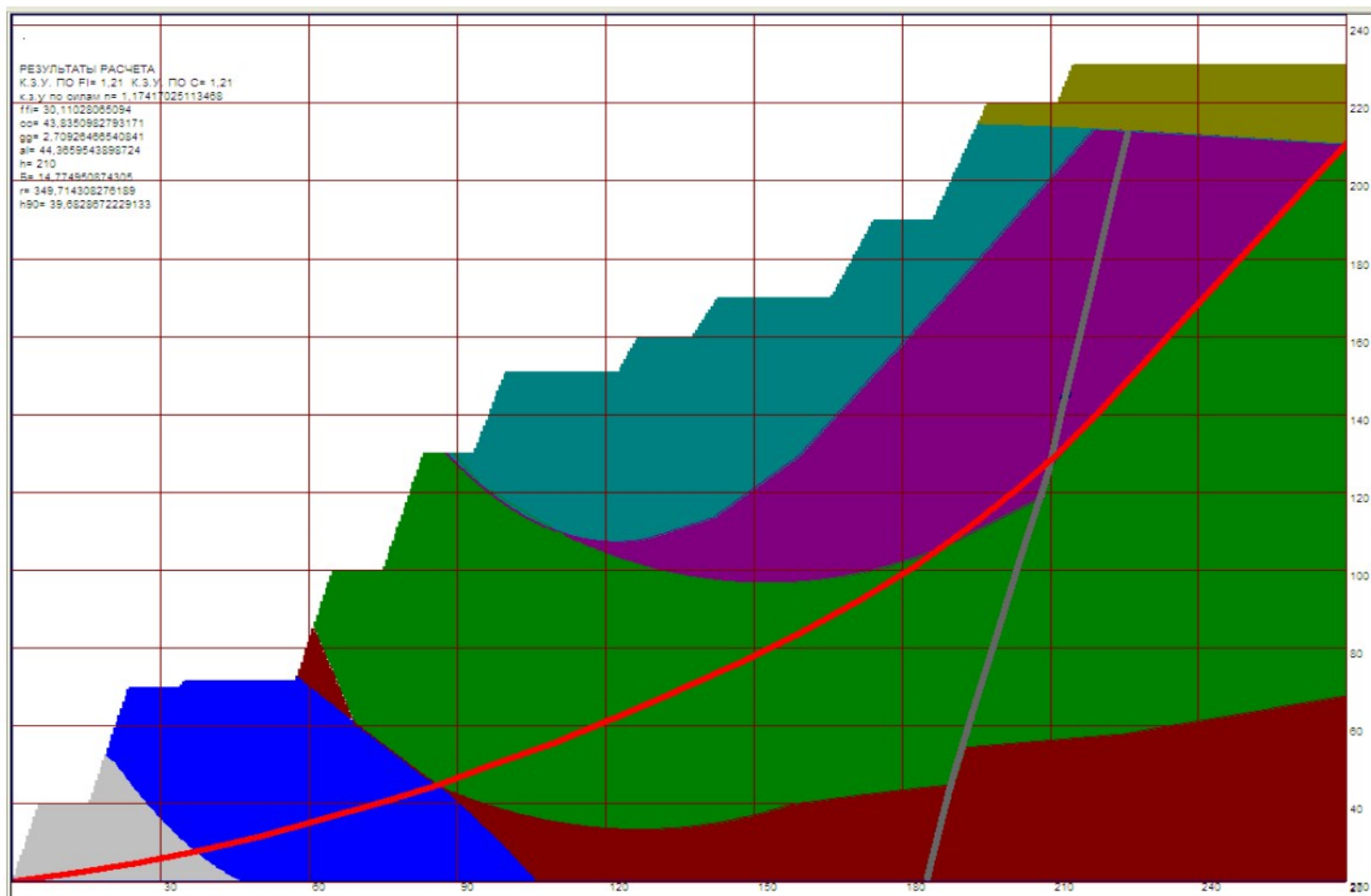
В соответствии с залеганием структурно-литологических элементов, интегральное уравнение предельного равновесия может быть представлено в общем виде

$$n = \left( \sum_{i=1}^{m_1} \int_{L_m} (\sigma \cdot \operatorname{tg} \rho_i + k_i) \cdot dl + \sum_{j=1}^{m_2} \int_{L_k} (\sigma \cdot \operatorname{tg} \rho_j + k_j) \cdot dl \right) / \quad (1)$$

$$/ \int_{(L_m+L_k)} \tau \cdot dl = 1,$$

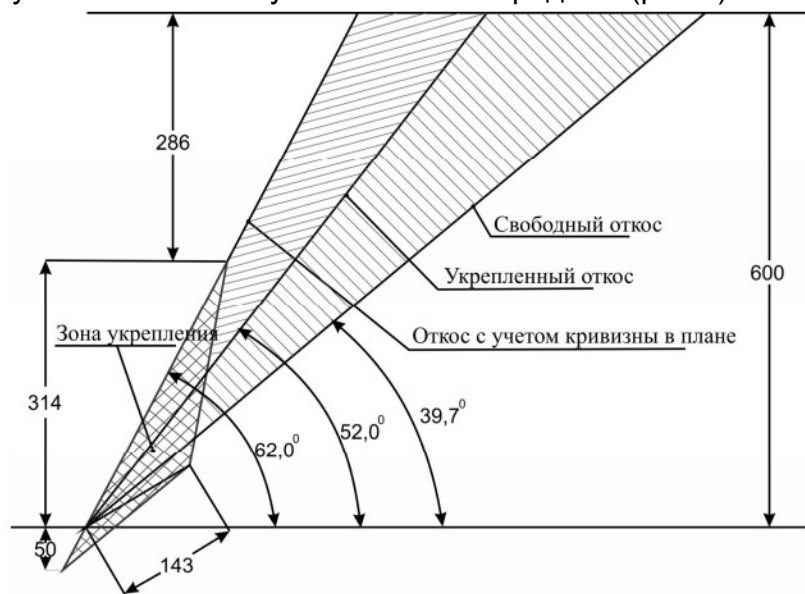
где  $m_1$  - количество литологических разностей, пересекаемых поверхностью скольжения;  $\sigma$  - нормальное напряжение, действующее на элементарной площадке поверхности скольжения;  $m_2$  - количество контактов (поверхностей ослабления), по которым формируется поверхность скольжения;  $L_m, L_k$  - участки поверхности скольжения, проходящие по массиву и контакту (поверхность ослабления) соответственно;  $\tau$  - касательное напряжение, действующие на элементарной площадке поверхности скольжения.

Местоположение поверхности скольжения устанавливается на основе решения задачи теории предельного равновесия по минимальному коэффициенту запаса устойчивости. На основе изложенного алгоритма разработан программный комплекс «Устойчивость карьерных откосов», с использованием которого решен ряд задач по обоснованию рациональных параметров карьерных и отвальных откосов и оценке состояния их устойчивости в различных горно-геологических условиях (рис.7), в том числе и с учетом фактора времени, разработаны рекомендации по обеспечению устойчивости прибортовых массивов на карьерах «Николаевский», «Конырат», «Алпыс», «Васильковский», «Варваринский Центральный», «Абыз», «Космурун», «Итауз», «Акжалский», «Качарский», «Ушкатын-III», на Чиганакских карьерах №1 и №2; на разрезах «Богатырь», «Молодежный», «Куучекинский», «Каражыра», «Шубаркольский» и т.д.



**Рис.7. Геологический разрез южного борта карьера «Николаевский» (интерфейс программы)**

Для увеличения углов наклона бортов карьеров на проектном контуре рекомендуется проводить искусственное укрепление прибортовых массивов горных пород, позволяющее увеличить углы откосов на участках с менее устойчивыми породами (рис.8).



**Рис.8. Параметры зоны укрепления восточного борта карьера Нурказган**

Важнейшим критерием для этого служит экономическая эффективность мероприятий по укреплению массива, определяемая как разность экономии на вскрыше и затрат на укрепление массива по каждому варианту. Из ряда вариантов принимается оптимальный, которому соответствует максимальная прибыль от мероприятий по укреплению прибортового массива.

Проблема обеспечения устойчивостью прибортовых массивов на карьерах может быть решена только на основе комплексного подхода, включающего в себя решение всех составляющих задач и вопро-

сов, геомеханического мониторинга состояния устойчивости карьерных откосов, рассматриваемых в данной статье.

Несмотря на имеющиеся достижения в области геомеханики (геотехники) открытых разработок имеются проблемные вопросы, которые требуются решить в ближайшее время:

- продолжить техническое перевооружение маркшейдерско-геомеханических служб предприятий современными приборами и методиками измерений состояния горного массива;
- совершенствовать методы расчета устойчивости карьерных откосов применительно к глубоким карьерам с учетом фактора времени;
- разработать принципиально новые способы инструментальных оценок состояний прибортовых массивов глубоких карьеров.

### Литература

1. Мирный И.Я., Ганжула А.А., Новиков В.Я. Уголь Казахстана. – Караганда, 2011, 320 с.
2. Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Р.Ф. Состояние и перспективы развития геомеханического обеспечения ведения открытых разработок Казахстана // Материалы Междун. конф. «Инновационные технологии сбора и обработки геопространственных данных для управления природными ресурсами». – Алматы, 2012. – С. 346.
3. Ожигин С.Г. Маркшейдерско-геологический мониторинг состояния устойчивости карьерных откосов // Новости науки Казахстана. – Алматы: НЦНТИ, 2007. – С. 12-16.
4. Долгоносков В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Старостина О.В. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов, – Караганда: «Санат - Полиграфия», 2009. – 332с.

*Фарит Камалович Низаметдинов, д.т.н., проф., академик КазНАЕН, лауреат Премии Совета Министров Казахской ССР в области науки и техники, E-mail: niz36@mail.ru;*  
*Сергей Георгиевич Ожигин, д.т.н., проф., E-mail: osg62@mail.ru;*  
*Светлана Борисовна Ожигина, к.т.н., доцент, E-mail: osb66@mail.ru;*  
*Дмитрий Сергеевич Ожигин, магистрант (Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии, Карагандинский государственный технический Университет, Казахстан, тел.(7212) 56-26-27)*

### Уважаемые коллеги!

Доводим до Вашего сведения, что, начиная с 2013-2014 учебного года, объявляется прием абитуриентов для подготовки специалистов по направлению 130400 «Горное дело» специализация «Маркшейдерское дело» в ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (кафедра инженерной геодезии и информационных систем) и ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ») (кафедра прикладной геологии и горного дела).

Форма обучения очная (срок обучения 5,5 лет) и заочная (срок обучения 6,5 лет).

Дополнительную информацию о правилах приема, вступительных испытаниях и условиях обучения можно получить на официальных сайтах указанных университетов.

**Редакция «МВ»**

УДК 528:001.89

Н.Ф.Низаметдинов, Р.Ф.Низаметдинов

## НАЗЕМНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ

Рассмотрено применение технологии лазерного сканирования при строительстве сооружений и последующем контроле состояния их конструкций. Приведены примеры использования лазерного сканирования при возведении торгово-развлекательного комплекса «Хан-Шатыр» в городе Астана (Казахстан), а также контроль деформаций конструкций концертного зала «Казахстан». Полученная трехмерная модель «облака точек» здания использовалась проектировщиками комплекса «Хан-Шатыр» для сравнения с проектными данными местоположения соединительных болтов конструкции здания.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** наземное лазерное сканирование; облако точек; трехмерная модель; комплекс «Хан-Шатыр».



Н.Ф.Низаметдинов Р.Ф.Низаметдинов

Технология наземного лазерного сканирования используется для решения задач в различных областях строительства и промышленности.

Казахстане.

Растущая популярность лазерного сканирования обусловлена целым рядом преимуществ, которые дает новая технология по сравнению с другими методами измерений. Среди преимуществ следует выделить главные: повышение скорости работ и уменьшение трудозатрат. Появление новых более производительных моделей сканеров, совершенствование возможностей программного обеспечения, позволяет надеяться на дальнейшее расширение сфер применения наземного лазерного сканирования.

Первым результатом сканирования является облако точек, которое и несет максимум информации об исследуемом объекте, будь то здание, инженерное сооружение, памятник архитектуры и т.п. По облаку точек в дальнейшем возможно решать различные задачи:

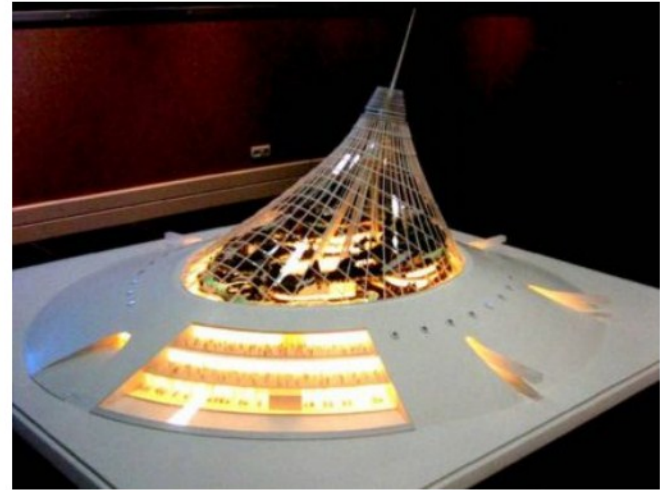
- получение трехмерной модели объекта;
- получение чертежей, в том числе, чертежей сечений;
- выявление дефектов различных конструкций посредством сравнения с проектной моделью;
- определение и оценка значений деформации посредством сравнения с ранее произведенными измерениями;
- получение топографических планов методом виртуальной съемки.

В ходе строительства торгово-развлекательного комплекса «Хан-Шатыр» в г.Астане (рис.1) был разработан проект по лазерному сканированию.

Уникальность работы состояла в том, что до этого момента в Казахстане никто не выполнял лазерную съемку такого сложного и специфического объекта.

Здание «Хан-Шатыр» - второе по величине уникальное здание с куполовидной формой крыши. Казахстанцы называют его 8 чудом света, ведь удивляет не только его размер, но также и материал, из которого изготовлен купол. Фасадное покрытие огромной кабельной конструкции выполнено в виде сплошной сетчатой структуры.

Работы по сканированию и обработке результатов выполнялись специалистами КарГТУ под руководством представителей компании Leica Geosystems в



**Рис.1. Макет комплекса «Хан-Шатыр»**

Выполнение полевых работ по сканированию заняло два дня. Сканер устанавливали четыре раза с каждой стороны здания.

Организация полевых работ при лазерном сканировании включает в себя следующие этапы:

- выбор мест сканирования с условиями технического задания;
- определение мест расположения контрольных марок с учетом установки сканера на объекте;
- определение координат контрольных марок;
- производство сканирования объекта (рис.2);
- сканирование контрольных марок (рис.3).



**Рис.2. Производство сканирования объекта**

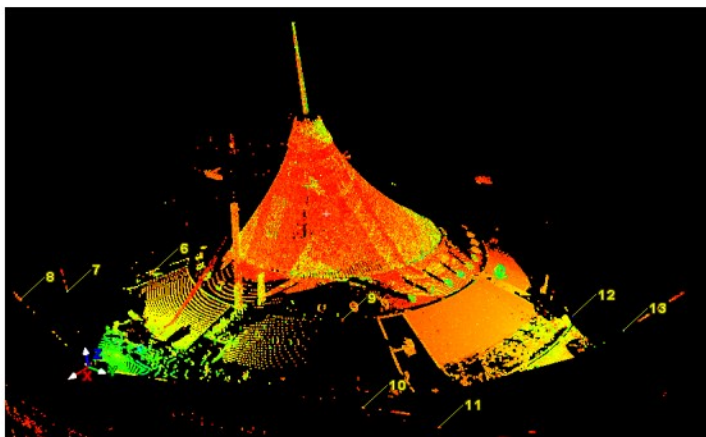


**Рис.3. Контрольная марка на штативе**

Обработка полученных данных выполнялась с помощью программного комплекса Cyclone, имеющего функцию уравнивания. Эта функция позволяет объединять отдельные сканы в единую систему координат с использованием специальных визирных марок (рис.3), устанавливаемых на объекте сканирования. Процесс уравнивания четырех сканов занял менее часа. Средняя квадратическая ошибка составила 2 мм.

Модель здания в виде облака точек транспортировалось в приложение CloudWorx\_AUTOCAD, где проектировщики могли просматривать результаты после обработки и сканирования.

Полученная трехмерная модель «облака точек» здания (рис.4) использовалась проектировщиками для сравнения местоположения соединительных болтов конструкции здания с проектными данными.



**Рис.4. Результат лазерного сканирования - трехмерная модель сооружения**

Работы по построению трёхмерной модели в г.Астана также были произведены для концертного зала «Казахстан» (рис.5) с целью определения и оценки значений деформации посредством сравнения с двух серий измерений.



**Рис.5. Здание концертного зала «Казахстан»**

Данный объект был отсканирован с 3-х точек стояния сканера. На каждой из стоянок сканера производилось сканирование объекта вокруг инструмента (рис.6) и распознавание специальных мишеней. Мишени необходимы для объединения отдельных стоянок сканера в единое геометрическое пространство. Плотность точек задавалась таким образом, чтобы весь объект был отсканирован с шагом 3×3 см. Данной плотности достаточно для решения большинства задач.



**Рис.6. Лазерный сканер в процессе работы**

Работа на каждой стоянке сканера занимала около часа без учёта переноса сканера и подготовки системы к работе. Весь комплекс полевых работ был выполнен за день.

Полевые работы с применением лазерного сканера на указанном объекте включали в себя следующие виды работ:

- развитие съёмочного обоснования для привязки марок;
- собственно сканирование;
- распознавание марок;
- контрольные измерения.

Дальнейшая камеральная обработка результатов заключалась в создании цифровой модели здания и определения деформаций между двумя моделями в программе Cyclone.

В системе Register объединяются облака точек с разных позиций сканера в единую модель объекта. Также программа производит оценку точности конечного результата.

Далее работа продолжается в системе Model,



## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

где происходит построение пространственной модели объекта по всем сторонам объекта.

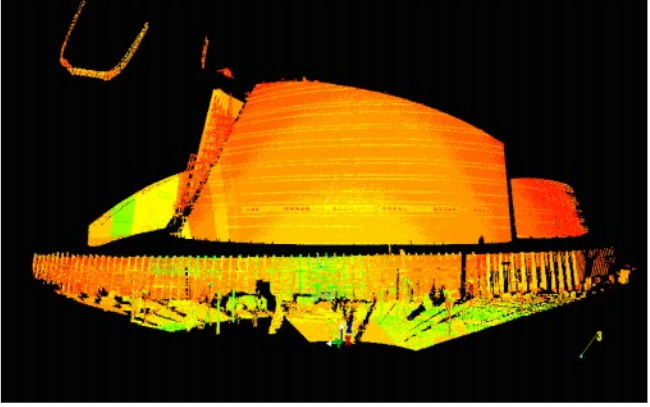
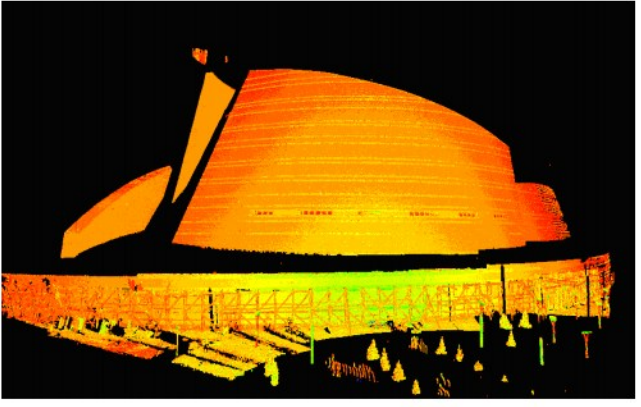
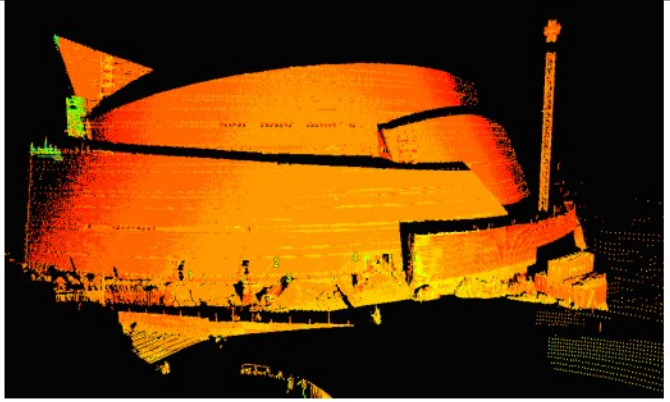
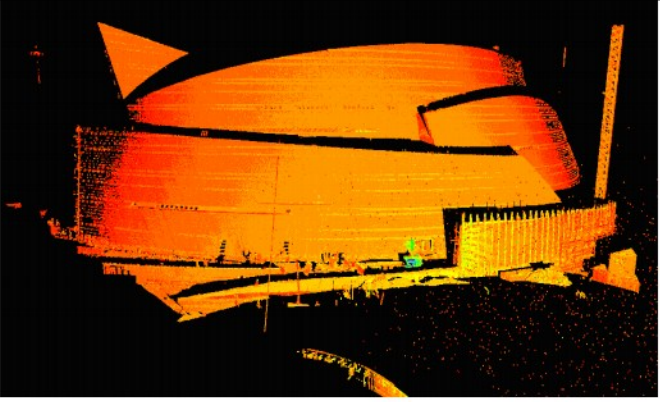
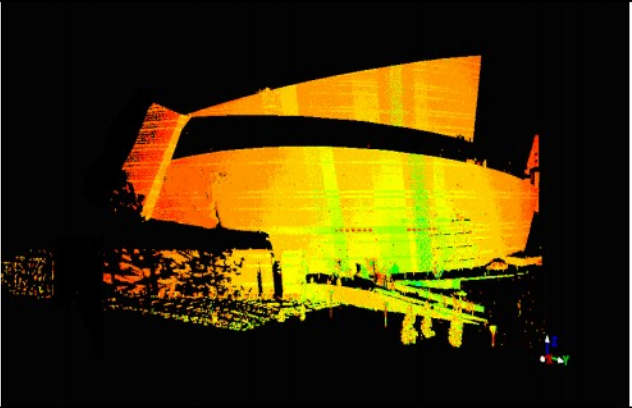
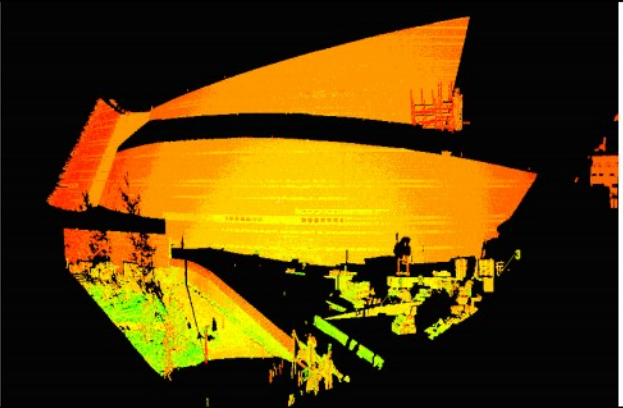
В программе Cyclone происходит сравнение полученных моделей между 2-мя съемками для определения значений деформации. Программа производит эту операцию автоматически. Результаты полу-

ченных данных приведены в табл.1.

По результатам проведенных съемок лазерного сканирования концертного зала деформации не были обнаружены. Отклонения значений между моделями находятся в пределах точности измерений 4-19 мм.

Таблица 1

### Результаты сканирования

Первая точка стояния прибора	
 <p style="text-align: center;">модель здания на 20.10.09</p>	 <p style="text-align: center;">модель здания на 17.11.09</p>
<p>Расхождения между моделями составляет 4-11 мм, <b>в пределах точности измерения</b></p>	
Вторая точка стояния прибора	
 <p style="text-align: center;">модель здания на 20.10.09</p>	 <p style="text-align: center;">модель здания на 17.11.09</p>
<p>Расхождения между моделями составляет 8-19 мм, <b>в пределах точности измерения</b></p>	
Третья точка стояния прибора	
 <p style="text-align: center;">модель здания на 20.10.09</p>	 <p style="text-align: center;">модель здания на 17.11.09</p>
<p>Расхождения между моделями составляет 5-10 мм, <b>в пределах точности измерения</b></p>	

Наиль Фаритович Низаметдинов, к.т.н., доцент;  
Ринат Фаритович Низаметдинов, к.т.н., доцент  
(кафедра Маркшейдерского дела и геодезии, Карагандинский государственный технический Университет, тел.(7212) 562627)

УДК 528.8.042

Д.В.Мозер, Ж.З.Толеубекова, А.К.Сатбергенова

### ИННОВАЦИОННЫЕ НАЗЕМНЫЕ СКАНИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ В МАРКШЕЙДЕРСКОМ ДЕЛЕ

Рассмотрен принцип действия инновационного наземного радарного интерферометра с реальной апертурой GPRI-2. Экспериментальные измерения были проведены в рамках реализации международных грантов Германской службы академических обменов ДААД под руководством профессора В.Буша, Технический университет Клаусталь (Германия). Измерения проводились на полигоне твердых бытовых отходов «Kirschenplantage» в Германии. Обработка результатов осуществлялась в программном комплексе GAMMA, специально разработанном для обработки результатов наземной радарной интерферометрии. Точность определения смещения точек при заданной скорости излучения сигналов достигает 2 мм.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** наземное сканирование поверхности земли; наземный радарный интерферометр; рефлектор; обработка данных; точность определения смещения точек.



Д.В.Мозер    Ж.З.Толеубекова    А.К.Сатбергенова

Современные технологии, применяемые для ведения маркшейдерских работ при открытой, подземной разработке месторождений полезных ископаемых, целенаправленно рассчитаны на увеличение автоматизации процессов, повышение точности и качества измерений, облегчающие во многом труд специалистов данной области. Прогресс особенно заметен в разнообразии методов сканирующих систем, тому же способствует обновление имеющихся и появление новых программных комплексов для обработки материалов измерений. Одним из современных наземных способов сканирования поверхности земли является наземная радарная интерферометрия с реальной апертурой, основанная на явлении интерференции.

Принцип действия интерферометра заключается в рассеивании радиоволн излучающими антеннами и приемом отраженных сигналов от поверхности объектов принимающей антенной.

Подобный инструмент выпускается швейцарской фирмой «GAMMA Remote Sensing AG», которая разработала наземный радарный интерферометр с реальной апертурой GPRI-2 и в комплексе разработала программное обеспечение GAMMA (рис.1).

Радарный сканер GPRI-2 излучает постоянные частотно-модулированные волны (FMCW) в диапазоне, утвержденном в Европейском Союзе от 17,1 до 17,3 ГГц. Общий вес прибора составляет около 40 кг. Дальность действия радарного интерферометра зависит от продолжительности линейно-частотной модуляции сигнала, который выбирается из предела от 0,2 до 16 миллисекунд. Вертикальный угол антенн составляет 60°, а так же на металлической конструкции имеется специально наклоняющиеся приспособления с закрепительными винтами с шагом 5°, благодаря которым три антенны можно отклонить до  $\pm 45^\circ$  по вер-

тикали. В горизонтальной плоскости прибор вращается по ходу и против хода часовой стрелки только при заданном угле от начала старта и до окончания измерения. До начала измерения задается интервал угла. Если сканирование объекта необходимо выполнить по ходу часовой стрелки, то значение угла задается до  $+270^\circ$ , а если против хода часовой стрелки, то до  $-270^\circ$ . При этом необходимо учитывать, что прибор считывает информацию от начала старта после поворота на  $5^\circ$  и заканчивает запись информации за  $5^\circ$  до остановки прибора, поэтому всегда делается пробное измерение выбранного интервала.



**Рис.1. Наземный радарный интерферометр GPRI-2, установленный над репером**

Основное преимущество данного прибора - это частота приема данных. Благодаря высокой скорости записи, прибор может запоминать информацию около  $10^\circ$  обзора в секунду. Следовательно, обзор в  $360^\circ$  можно отсканировать менее чем за одну минуту. При этом, что отдельные части изображения записываются с очень высокой частотой повторения - минимально до 0,2 миллисекунд.

В августе 2011 г. кафедрой Маркшейдерии и геоинформатики Института геотехники и маркшейдерии Технического Университета Клаусталь проводилась вторая серия мониторинговых измерений радарным сканером GPRI-2 на полигоне твердых быто-

## К ЮБИЛЕЮ КарГТУ

вых отходов «Kirschenplantege» в районе г.Кассель (рис.2).



**Рис.2. Мониторинг рекультивационных работ наземным радарным интерферометром GPRI-2 на полигоне твердых бытовых отходов**



**Рис.3. Рефлектор, установленный над геодезическим пунктом на полигоне твердых бытовых отходов**

В районе полигона «Kirschenplantege» закреплена постоянными пунктами геодезическая сеть, представленная десятью точками. Данный прибор ус-

танавливался на стандартный штатив, что позволило портативно его использовать для выполнения измерений. Система портативного интерферометра GPRI-2 не требует горизонтальной поверхности фундамента или другой какой-либо прочной поверхности. Пространственное ориентирование прибора происходит благодаря GPS – антенне, закрепленной сверху металлической основы в центре оси вращения.

В качестве географической привязки отсканированного пространства на местности над пунктами устанавливались металлические угольковые отражатели – рефлекторы, которые отражают попавшее излучение и посылают его в обратном направлении. Данное свойство используется так же для визуализации сканированного пространства. Места установления уголкового отражателя на рис.4 представлены в виде светлых точек [1].

На рис.4 овалом отмечена «мертвая зона», образовавшаяся в результате помехи листвы дерева, сквозь которую посылаемому сигналу не удалось пройти. В центральной части изображения расположена рабочая часть полигона, вызывающая наибольший интерес.

Все процессы задавались с помощью ноутбука со специализированным программным обеспечением. Информация считывалась со скоростью 10° в секунду. Максимальный радиус отправки сигнала был задан 800 м.

После сканирования начинается поэтапная обработка «сырого» материала (die Rohdaten). Процесс интерферометрической обработки данных начинается со считывания файлов наземного радарного сканера. После загрузки данных каждый отдельный участок сформирован, как правило, в два различных файла с форматом *.raw\_data* и *.raw\_par*. Размер данных велик и порой достигает сотен ГБ. Распаковав все файлы в одну оболочку, формируются параметры для обработки данных [2].

Точность определения смещения точек при заданной скорости излучения сигналов достигает 2 мм. Это означает, что при любом малейшем колебании травяного покрова на интерферограмме подвижная часть будет выделена соответствующим шкале цветом.

На карте смещений представлена легенда со шкалой перемещений (рис.5). Максимальное смещение +24 мм, понижение –17,8 мм обнаружено в области густой растительности. В исследуемой области рабочей части полигона твердых бытовых отходов смещений не обнаружено.

Применение современной технологии наземной радарной интерферометрии в районах техногенных объектов имеет достаточное количество преимуществ, не смотря на дороговизну оборудования и программного обеспечения. Основное преимущество – это одновременное сканирование обширной площади и определение деформаций с точностью до 2 мм. Данная система идеально подходит для мониторинга сдвигания поверхности земли, так как ее методика схожа с лазерным сканированием.

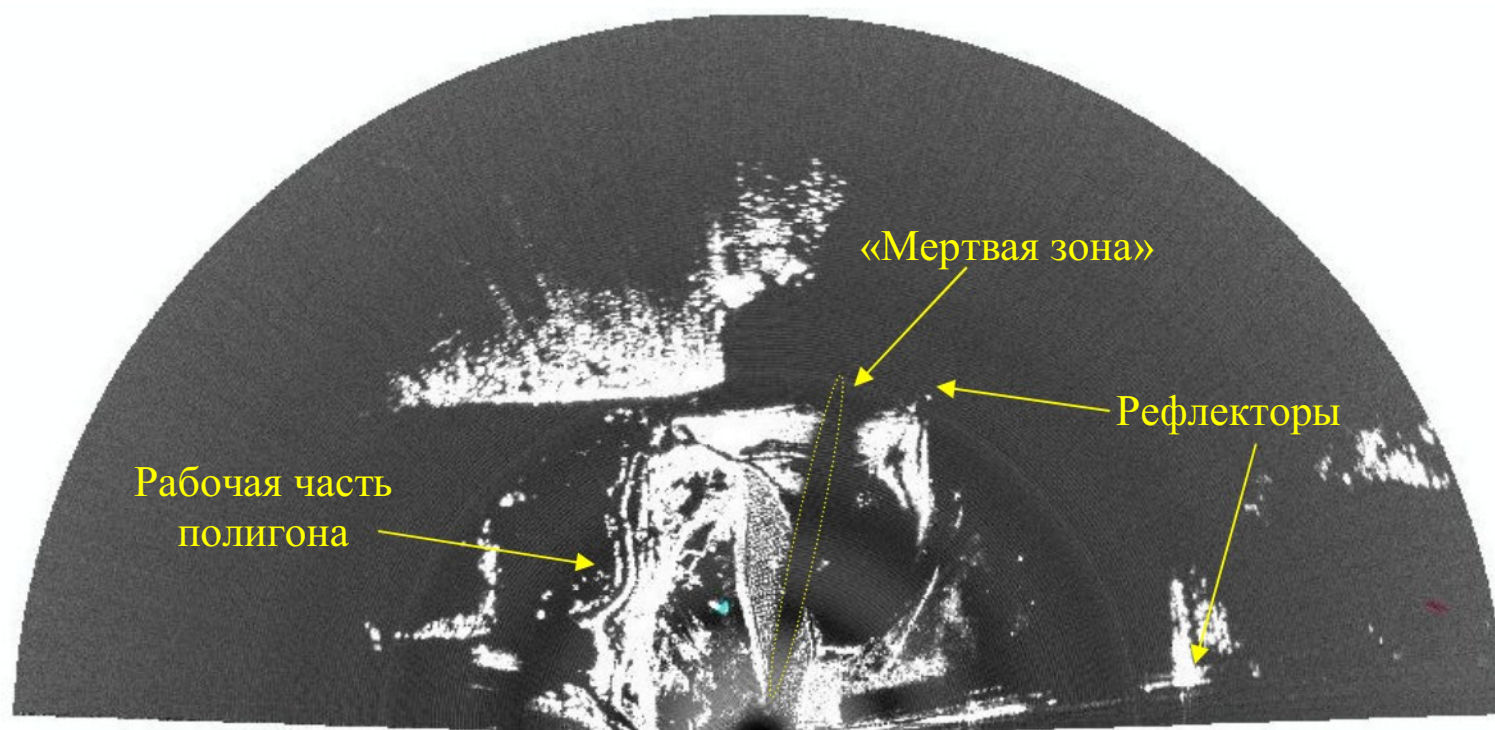


Рис.4. Single Look Complex

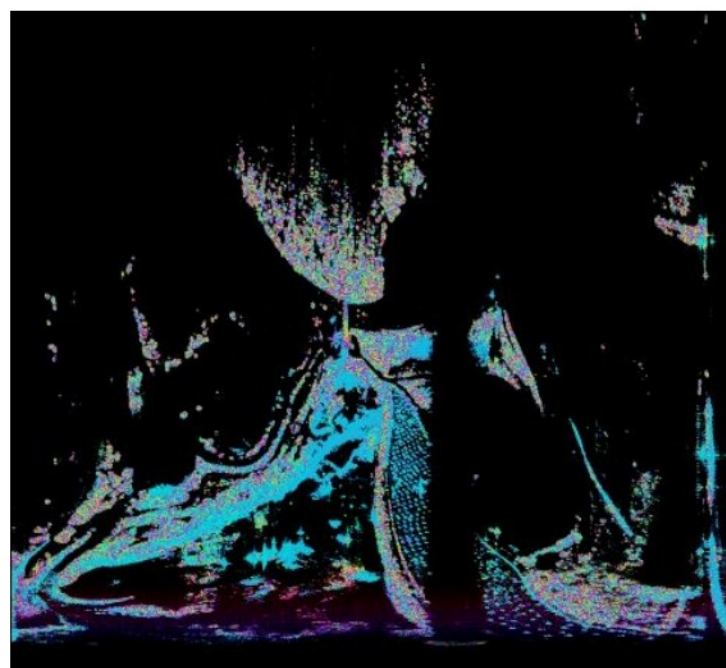
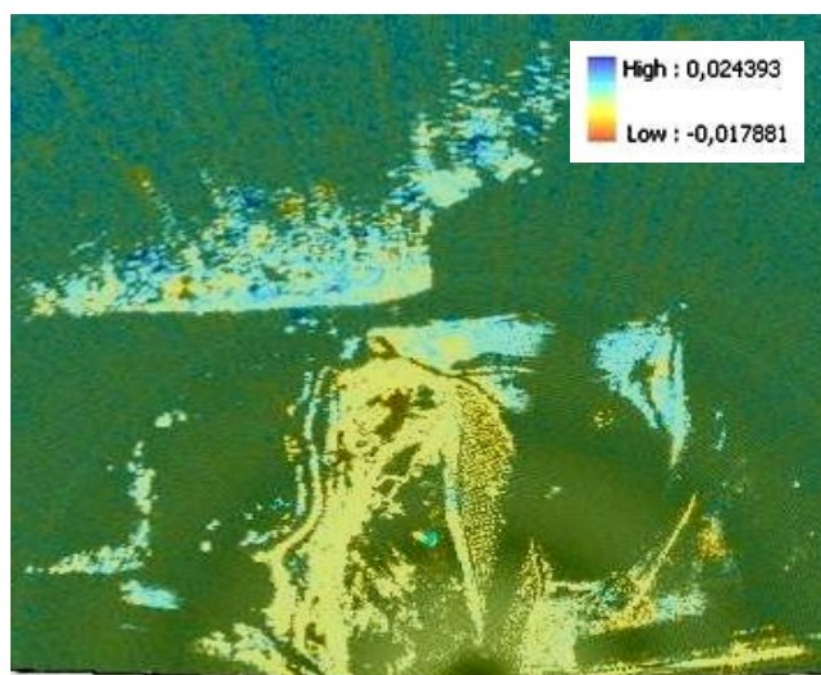


Рис.5. Карта сдвижения поверхности земли (слева) и интерферограмма (справа)

### Литература

1. Hebel, H.-P.; Knospe, S.; Busch, W.: *Terrestrischer Radar-Scanner (TRS) - neuartiges Instrument für die Böschungsüberwachung*. In: Busch, W.; Niemeier, W.; Sörgel, U. (Hrsg.): *Geomonitoring Tagung 2011 - Ein Paradigmenwechsel zur Beherrschung von Georisiken - 3.-4. März 2011 Clausthal-Zellerfeld*, S. 171-178
2. Knospe, S.; Hebel, H.-P.; Busch, W.: *Einsatzmöglichkeiten eines Terrestrischen Radarscanners zur Überwachung von Böschungen und Hängen*. In: *DMV und IMGf (Hrsg.): Tagungsband Energie und Rohstoffe 2011 - Beitrag des Markscheidewesens*, 7. - 10. 09. 2011 Freiberg, S. 256 - 266

---

Дмитрий Владимирович Мозер, к.т.н., доцент;  
 Жанат Зекеновна Толеубекова, к.т.н., доцент;  
 Асель Куандыковна Сатбергенова, магистр наук, преподаватель  
 (кафедра Маркшейдерского дела и геодезии, Карагандинский государственный технический Университет, тел.(7212) 562627)

## ГОРНЫЙ СЕРВИТУТ В СИСТЕМЕ РОССИЙСКОГО ПРАВА

Рассмотрены теоретические положения о горном сервитуте, их реализация в рамках внесенного на рассмотрение в Государственную Думу Российской Федерации законопроекта и анализ поправок к законопроекту, касающихся положений о горном сервитуте.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** недропользование; законопроект; статья; правоотношения; горный сервитут; земельный сервитут для целей недропользования.



03 апреля 2012 г. в Государственную Думу Российской Федерации внесён законопроект №47538-6 «О внесении изменений в части первую, вторую, третью и четвертую Гражданского кодекса Российской Федерации, а также в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – законопроект). Данный законопроект

вводит множество изменений, среди которых новая глава 20.2. «Сервитут» и в рамках этой главы новая статья 301.9. «Горный сервитут». К первому чтению ряд профильных комитетов Государственной Думы подготовил заключения, отмечающие необходимость доработки отдельных положений законопроекта, в том числе и положений о сервитутах. Следует отметить, что впоследствии данный законопроект был разделён на несколько частей, каждая из которых рассматривается и принимается самостоятельно. Положения о сервитутах, к настоящему моменту, находятся на стадии первого чтения. Целью данной статьи является рассмотрение теоретических положений о горном сервитуте, их реализации в рамках законопроекта и анализ поправок к законопроекту, касающихся положений о горном сервитуте.

В соответствии с действующим законодательством под сервитутом в самом общем смысле понимается право ограниченного пользования соседним земельным участком<sup>1</sup>. Федеральный закон «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» даёт более широкое понятие сервитута и понимает под ним право ограниченного пользования не только земельного участка, но и вообще любого недвижимого имущества, причём без признака соседства<sup>2</sup>. Понятие «горный сервитут» в действующем законодательстве упоминается лишь в Модельном кодексе о недрах<sup>3</sup>, где под ним понимается право на осуществление проходки вспомогательных горных выработок на сопредельном горном отводе. В теории права под горным сервитутом понимается право ограниченного использования смежного горного или геологического отвода (частный горный сервитут), либо право каждого использовать участок недр без существенного нарушения его целостности в случаях и на условиях, предусмотренных горным правом (публичный горный сервитут)<sup>4</sup>. В том же ключе регулировались взаимоотношения недропользователей в дореволюционном законодательстве: «Владелец отвода обязан, за соответственное вознагражде-

ние, позволять владельцам смежных рудников проводить в пределах его отвода дороги (железная и др.), канавы, водоотливные штольни и другие устройства для спуска воды, в тех случаях, когда со стороны правительственных должностных лиц, надзирающих за разработкою, это будет признано необходимым для действия смежных рудников и незатрудняющим добычу ископаемых в первом отводе»<sup>5</sup>. Таким образом, в теории права принято отличать горный сервитут от обычного сервитута именно тем, что горный сервитут устанавливает ограничения не на земельный участок, а на участок недр. Право ограниченного пользования земельным участком для пользования участком недр принято именовать земельным сервитутом для целей недропользования<sup>6</sup>. Однако в рассматриваемом законопроекте под горным сервитутом понимается именно земельный сервитут.

Вопрос о правильном названии сервитута - это не просто вопрос о соблюдении традиции в наименовании, это вопрос о правильном понимании правовой сущности данной категории. Еще дореволюционное российское право разграничивало сервитуты на два рода - личные и вещные<sup>7</sup>. Личный сервитут – это сервитут, установленный в пользу определённого лица, вещный устанавливается в отношении определённой недвижимости. Если правоотношения по личному сервитуту складываются в отношении одного объекта недвижимости и прекращаются с прекращением юридического лица или смертью гражданина, в пользу которого установлен сервитут, то вещный сервитут предполагает наличие двух объектов недвижимости, принадлежащих разным собственникам, он устанавливается в одном объекте недвижимости в пользу другого объекта недвижимости и следует судьбе именно недвижимого имущества, а не управомоченного лица. Все природоресурсные сервитуты (например, водные или лесные) являются личными. Горный сервитут, как право ограниченного использования смежного горного или геологического отвода, также является личным. Земельные сервитуты, в том числе и земельный сервитут для целей недропользования, по общему правилу являются вещными<sup>8</sup>. Таким образом, рассматриваемый законопроект, вводя ст.301.9. «Горный сервитут», не просто подменяет горный сервитут земельным, но и ломает всю сложившуюся веками теорию права в отношении сервитутов. Вместе с тем авторы законопроекта вводят положение, которое окончательно ставит знак равенства между земельным и горным сервитутами: п.3 ст.296.8. проекта Гражданского кодекса: «Правила настоящего Кодекса (имеется в виду законопроект) о праве собственности

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

на земельные участки соответственно применяются к отношениям собственности, объектом которых являются участки недр, если иное не предусмотрено законом и не вытекает из существа отношений<sup>9</sup>».

Поскольку далее будут затронуты конкретные замечания профильных комитетов Государственной Думы к рассматриваемой статье законопроекта, целесообразно привести текст данной статьи полностью.

«Статья 301.9. Горный сервитут

1. Горный сервитут может быть установлен в отношении земельного участка, расположенного над площадями залегания полезных ископаемых, или иного служащего земельного участка, необходимого для использования господствующего участка недр, для пользования участком недр, являющимся господствующей вещью, в целях добычи полезных ископаемых (кроме общераспространенных).

2. Горный сервитут позволяет создавать и размещать в границах служащего земельного участка оборудование и сооружения в целях осуществления добычи полезных ископаемых шахтным методом и (или) методом бурения. Горный сервитут не предоставляет право вести добычу полезных ископаемых открытым (карьерным) способом и размещать в границах служащего земельного участка отходы производства (отвалы горных пород, шламохранилища и т.п.)».

В Заключении Комитета Государственной Думы по гражданскому, уголовному, арбитражному и процессуальному законодательству, подготовленному к рассмотрению законопроекта в первом чтении<sup>10</sup>, указывается на то, что в соответствии с п.2 ст.301 ГК РФ в редакции законопроекта сервитут не может быть установлен для неопределенного круга лиц, что таким образом исключает возможность установления сервитута в публичных интересах. Данное замечание относится не только к горному сервитуту, но и ко всем сервитутам, устанавливаемым законопроектом. Поскольку в теории принято делить горные сервитуты (и сервитуты вообще) на частные и публичные<sup>11</sup>, следует обратить внимание на то, что данное деление является весьма спорным доктринальным вопросом. Кратко суть данного спора можно выразить так. Сервитут представляет собой право на что-то. Право не бывает без субъекта права (т.е. лица, осуществляющего субъективные права и юридические обязанности). Кто является субъектом права в публичном сервитуте (в публичном горном сервитуте)? Принято считать, что таким субъектом является государство, субъект государства или местное самоуправление. Однако при этом остаётся не ясным, в чью именно пользу и к чьей именно выгоде устанавливается такое обременение. Выгоду в данном случае получает неопределённый круг лиц. Примером использования недр в публичных интересах может быть метрополитен, где недрами пользуется неопределённый круг лиц. Но в таком случае лицо, осуществляющее субъективные права и юридические обязанности, становится как бы размытым. Иначе говоря, публичный сервитут не создаёт ограниченного вещного права, он лишь создаёт обременение в пользу неограниченного

круга лиц (т.е. не только государства или местного самоуправления, а в пользу вообще кого угодно), а это уже не сервитут, а то, о чём говорится в п.1 ст.295.2. законопроекта: «в публичных интересах могут быть ограничены принадлежащие собственнику правомочия владения и (или) пользования земельным участком с сохранением за ним возможности распоряжения». И действительно ограничение прав по закону является более точным определением того, что называется публичным сервитутом (публичным обременением). В современной цивилистике ограничение и обременение права собственности уже давно и чётко разграничены<sup>12</sup>: сервитут – это классическое обременение, а публичный сервитут реализуется именно через ограничение в пользу неопределённого круга лиц, т.е. механизмом, предусмотренным п.1 ст.295.2 законопроекта. Таким образом, авторы законопроекта в доктринальном споре о существовании публичных сервитутов встают на сторону тех, кто считает, что публичных сервитутов не существует, и предлагают взамен альтернативный механизм регулирования. Другое дело, что в действующем законодательстве терминология, допускающая наличие публичного сервитута, устоялась.

Комитет Государственной Думы по земельным отношениям и строительству в своём Заключении, подготовленном к рассмотрению законопроекта в первом чтении<sup>13</sup>, обратил внимание на бессрочность сервитутов в предлагаемой редакции Гражданского кодекса. Действительно, в п.3 ст.301 проекта Гражданского кодекса указано: «сервитут является бессрочным, если иное не установлено настоящим Кодексом». Данное положение явно входит в противоречие с природоресурсным законодательством, поскольку добыча полезных ископаемых ограничена по времени сроками, установленными в лицензии<sup>14</sup>, а значит и сервитут должен быть ограничен тем же сроком. В ст.301.5. проекта Гражданского кодекса приведён перечень оснований прекращения сервитута. Среди этого перечня есть лишь три основания, которые могли бы снять поставленную п.3 ст.301 проблему с бессрочностью:

а) п.1. ст.301.5. проекта Гражданского кодекса: «Сервитут может быть прекращен по соглашению собственников вещей, связанных сервитутом». Это вполне подходящее основание в случаях, когда соглашение сторонами достигнуто. Но оно не универсально. Если одна из сторон по каким-то обстоятельствам не проявит волю к прекращению сервитута, данное основание прекращения сервитута неприменимо.

б) п.2 ст.301.5. проекта Гражданского кодекса предусматривает такое обстоятельство прекращения: «при отпадении обстоятельств, вызвавших необходимость установления сервитута, он может быть прекращен по требованию любого из собственников вещей, связанных сервитутом». Данное обстоятельство могло бы закрыть проблему с бессрочностью, но возникает вопрос о том, каким образом лицо, обремененное сервитутом, будет доказывать регистрирующему органу отпадение обстоятельств, вызвавших

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

необходимость установления сервитута? Конечно подавляющее большинство недропользователей, как ответственные люди, не будут без нужды создавать обременения своим соседям, и, например, при прекращении лицензии, сами проявят инициативу о прекращении сервитута. Однако на практике обстоятельства могут складываться по-разному. Нельзя исключать и человеческого фактора, кто-то может просто забыть об обременении. Что в этом случае делать лицу, обременённому сервитутом? Самый простой ответ – идти в суд. Но именно это и означает, что закон плохой, судебная власть не должна подменять собой законодательную и исправлять недочёты нормотворчества последней<sup>15</sup>.

в) п.5 ст.301.5. проекта Гражданского кодекса предусматривает такое обстоятельство прекращения: «сервитут, для которого в соответствии с настоящим Кодексом установлен срок, прекращается по истечении указанного срока». В случае горного сервитута такие сроки не установлены.

Таким образом, становится понятной озабоченность Комитета по земельным отношениям и строительству по поводу предлагаемого законопроектом положения с бессрочностью сервитута. Поэтому можно согласиться с тем, что было бы более целесообразно оставить вопрос со сроками на усмотрение сторон.

Кроме указанного, представляется интересным обратить внимание на формулировку п.2 ст.301.3. проекта Гражданского кодекса «Множественность сервитутов»: «Не допускается установление последующего сервитута, если он приведёт к невозможности осуществления ранее установленного сервитута». Данное положение даёт легальную уловку к отказу в установлении сервитута. Любой владелец земельного участка может заранее заключить с кем-либо из соседей соглашение, которым установить фиктивный сервитут. Например, владельцы двух земельных участков, желая воспрепятствовать установлению на их участках горного сервитута, заключают друг с другом соглашение об установлении один у другого сервитута перемещения или строительного сервитута. После чего они могут ссылаться на то, что всякий новый сервитут, например горный, станет в их случае «последующим» и ограничит осуществление ранее установленного сервитута. Буквальное толкование нормы позволяет воспользоваться устанавливаемой «буквой закона» вопреки «духу закона». Таким образом, положение, закреплённое в п.2 ст.301.3. проекта Гражданского кодекса, даёт легальный обходной манёвр для любого лица, не желающего установления на своём земельном участке реального сервитута.

Исходя из всего вышесказанного, можно предложить законодателю: обратить внимание на точность используемой в законопроекте терминологии – заменить не соответствующий предлагаемому содержанию термин «горный сервитут» на «земельный

сервитут для целей недропользования»; отказаться от безусловного требования бессрочности при установлении сервитутов; исключить возможность недобросовестного уклонения от установления сервитута в рамках множественности сервитутов.

<sup>1</sup> П.1 ст.274 Гражданского кодекса Российской Федерации, ст. 23 Земельного кодекса Российской Федерации.

<sup>2</sup> Абз.4 ст.1 Федеральный закон от 21.07.1997 №122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним».

<sup>3</sup> Ст.177 «Модельного кодекса о недрах и недропользовании для государств-участников СНГ». Принят в г. Санкт-Петербурге 07.12.2002 Постановлением 20-8 на 20-ом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ/Информационный бюллетень Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств. 2003. №30 (часть 2).

<sup>4</sup> Калинин И.Б. Горные сервитуты. Правовые проблемы укрепления российской государственности / Под ред. Б.Л.Хаскельберга. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2001.

<sup>5</sup> Ст.369 Свода Учреждений и Уставов Горного Управления (По изданию: Устав Горный Российской империи. М., 2004).

<sup>6</sup> Калинин И.Б. Боярко Г.Ю. Правовое регулирование доступа к участку недр. Минеральные ресурсы России: Экономика и управление. 2001. №1. А также Калинин И.Б. Природоресурсные сервитуты. Российская юстиция. - 2002. - №3.

<sup>7</sup> Победоносцев К.П. Курс гражданского права. Первая часть: Вотчинные права. - М.: «Статут», 2002 (по изданию 1892 года).

<sup>8</sup> Например, п.1 и п.3 ст.216, а также п.1 ст.275 Гражданского кодекса Российской Федерации.

<sup>9</sup> Допущение по форме «... если иное не вытекает из существа отношений» в практике правоприменителя (если это государственный орган) носит оценочный характер, т.е. является коррупциогенным фактором.

<sup>10</sup> Данное Заключение подготовлено в апреле 2012 г. [http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/\(SpravkaNew\)?OpenAgent&RN=47538-6&02](http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/(SpravkaNew)?OpenAgent&RN=47538-6&02)

<sup>11</sup> Калинин И.Б. Горные сервитуты. Правовые проблемы укрепления российской государственности / Под ред. Б.Л.Хаскельберга. Томск: Изд-во Томского ун-та. 2001.

<sup>12</sup> См. например, Микрюков В.А. Ограничения и обременения гражданских прав. М.: Статут, 2007.

<sup>13</sup> Данное Заключение подготовлено в апреле 2012 г. [http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/\(SpravkaNew\)?OpenAgent&RN=47538-6&02](http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/(SpravkaNew)?OpenAgent&RN=47538-6&02)

<sup>14</sup> Ч.3 ст.11 Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».

<sup>15</sup> Можно конечно ждать принятия подзаконного нормативного акта, определяющего порядок действий по определению рассматриваемых обстоятельств, но практика показывает, что ждать таких нормативных актов можно годами.

Антон Юрьевич Гревцев, юрист НП «СРГП «Горное дело»,  
E-mail: grevcev-anton@yandex.ru

УДК 550.8; 622.2

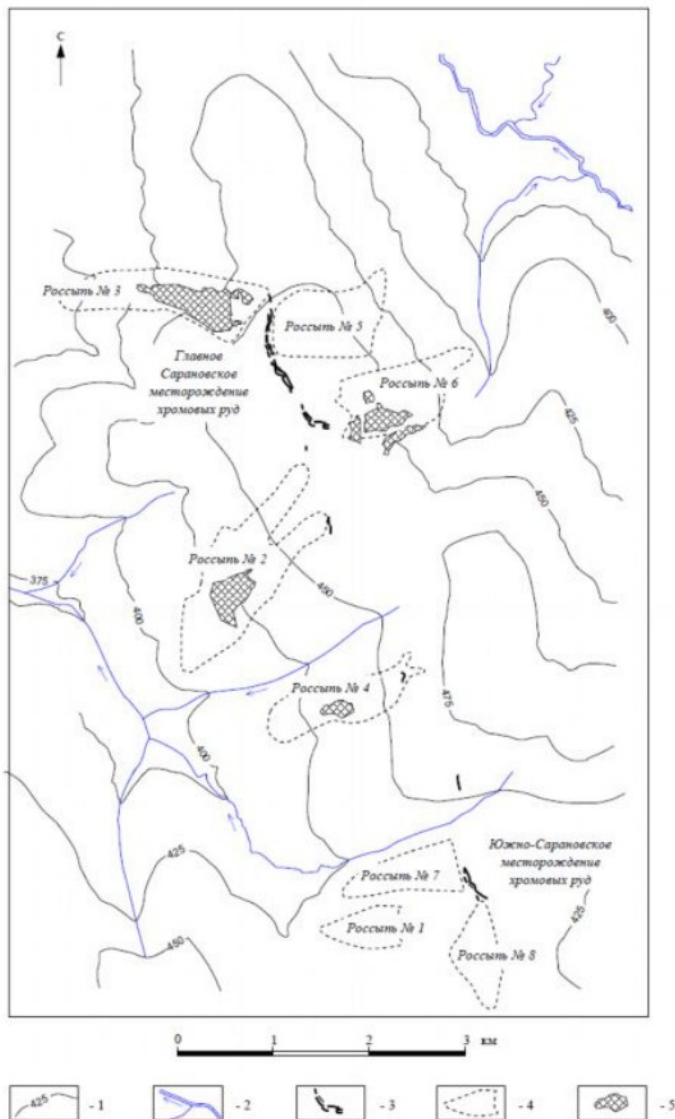
И.В.Абакумов, Ю.А.Скорик

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЕРЕОЦЕНКЕ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ ВАЛУНЧАТЫХ ХРОМОВЫХ РУД САРАНОВСКИХ РОССЫПЕЙ

Рассмотрены вопросы оценки остаточных запасов валунчатых россыпей хромовых руд в районе пос. Сараны Пермского края. С учетом сравнительно простых горно-геологических условий, небольших объемов годовой добычи, а также возможности ведения горных работ в нескольких забоях предложено применять критерий «минимальный промышленный выход рудного валуна», при котором достигается равенство ценности извлекаемого продукта затратам на его получение, ко всем остаточным (целиковым и техногенным) запасам россыпи.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** валунчатые хромовые руды; остаточные запасы; оценка запасов; экономические критерии; минимальный промышленный выход рудного валуна.

В районе пос. Сараны Пермского края известны элювиально-делювиальные россыпи валунчатых хромовых руд, которые разрабатываются с начала прошлого века. Образование россыпей произошло за счет денудации коренных магматических источников (Главного Сарановского и Южно-Сарановского месторождений, а также небольших рудопроявлений) (рис.1). Валунчатые хромовые руды разрабатываются с 20-х гг. прошлого века.



**Рис.1. Схема пространственного расположения коренных выходов и валунчатых россыпей хромовых руд в районе пос. Сараны Пермского края**

1 - изогипсы рельефа; 2 - реки и ручьи; 3 - коренные выходы хромовых руд (ныне отработанные); 4 - площади распространения элювиально-делювиальных хромитоносных отложений; 5 - участки россыпей, разрабатывавшиеся в предыдущие годы

Продуктивный слой представлен вязким коричневым суглинком (60-90% масс.), содержащим полуокатанные, окатанные и хорошо окатанные (по [1]) валуны хромитов, серпентинитов, габбро-долеритов, дресву и щебень слюдисто-кварцевых сланцев (10-40% масс.). Размеры рудных обломков - 1-40 см; иногда достигают 80 см. Руды, преимущественно, густовкрапленные.

Россыпи расположены на склонах возвышенностей, имеют в разрезе пластообразную форму, вытянутую в плане вниз по склону, длину в пределах нескольких сотен – первой тысячи метров, ширину первые сотни метров, мощность продуктивного слоя от десятых долей до первых метров (средняя по разным россыпям 1,0-1,3 м) и мощность перекрывающих «торфов» 0,3-0,9 м [2].

Хромитоносные отложения залегают на глинисто-щебенистых продуктах выветривания слюдисто-кварцевых сланцев, реже серпентинитов, габбро.

Структурный контроль природных хромитоносных отложений осуществляется древними погребенными логами. Границы высокопродуктивных участков достаточно резкие. В большинстве случаев внешний контур интерполируется между высокопродуктивными (с выходом рудного валуна более  $100 \text{ кг/м}^3$ ) и безрудными выработками. Переходная зона (выход валуна  $10-100 \text{ кг/м}^3$ ) вскрыта единичными выработками. В приконтурной зоне (в плане) непрерывный характер оруденения сохраняется при выходе рудного валуна из краевой выработки  $30 \text{ кг/м}^3$  и более. При меньшем выходе сплошность оруденения нарушается; в приконтурных зонах появляются «отшнурованные» низкопродуктивные изолированные участки. Предлагается величину  $30 \text{ кг/м}^3$  принять в качестве минимального выхода рудного валуна из краевой выработки. Ранее величина этого критерия составляла  $100 \text{ кг/м}^3$ . Подобное решение позволит обеспечить максимальную полноту извлечения полезного ископаемого, сохранив приемлемые экономические показатели.

На период переоценки запасов россыпей в 2010-2011 гг. природная их структура существенно нарушена горными работами предыдущих лет, проводившихся, преимущественно, в центральных наиболее продуктивных частях. Структурная неоднородность россыпей представлена реликтовыми «целиковыми» участками, техногенными образованиями (внутренними отвалами) и полностью отработанными (зачищенными до плотика) площадями.

На долю участков, нарушенных горными рабо-



## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

тами, приходится 20-25% от общих площадей россыпей. Площадной коэффициент рудоносности (сплошности оруденения) оставшихся целиковых запасов варьирует от 0,75 до 0,80.

До 90-х гг. прошлого столетия разработка продуктивных отложений осуществлялась экскаваторными заходками, ориентированными, преимущественно, по простиранию россыпей в направлении богатых «струй», плохо поддающихся геометризации. Суть технологической схемы разработки заключалась в механизированном «перелопачивании» продуктивно-го слоя и ручной выемке хромового валуна.

Результаты опытно-промышленной разработки россыпей №2 и №4 в 2005-2011 гг., а также материалы разведочных работ по оценке полноты выемки хромового валуна, проводившихся в 2010-2011 гг. на нарушенных горными работами площадях россыпей, свидетельствуют о наличии недоизвлеченного хромового валуна вследствие несовершенства применявшейся прежде технологии разработки целиковых запасов.

Среднее содержание хромового валуна во внутренних отвалах отдельных россыпей варьирует от 31 до 268 кг/м<sup>3</sup>.

Основным экономическим критерием, определяющим промышленную значимость оставшихся запасов валунчатых хромовых руд, включая и техногенные образования, является эмпирическая величина минимального промышленного выхода – «промминимума», при котором достигается равенство ценности извлекаемого продукта затратам на его получение [3].

Принимая во внимание сравнительно простые горно-геологические условия, небольшие объемы годовой добычи, а также возможность ведения горных работ в нескольких забоях, критерий «минимальный промышленный выход рудного валуна», предлагается применять ко всем остаточным (целиковым и техногенным) запасам россыпи, а не к отдельным геологическим блокам.

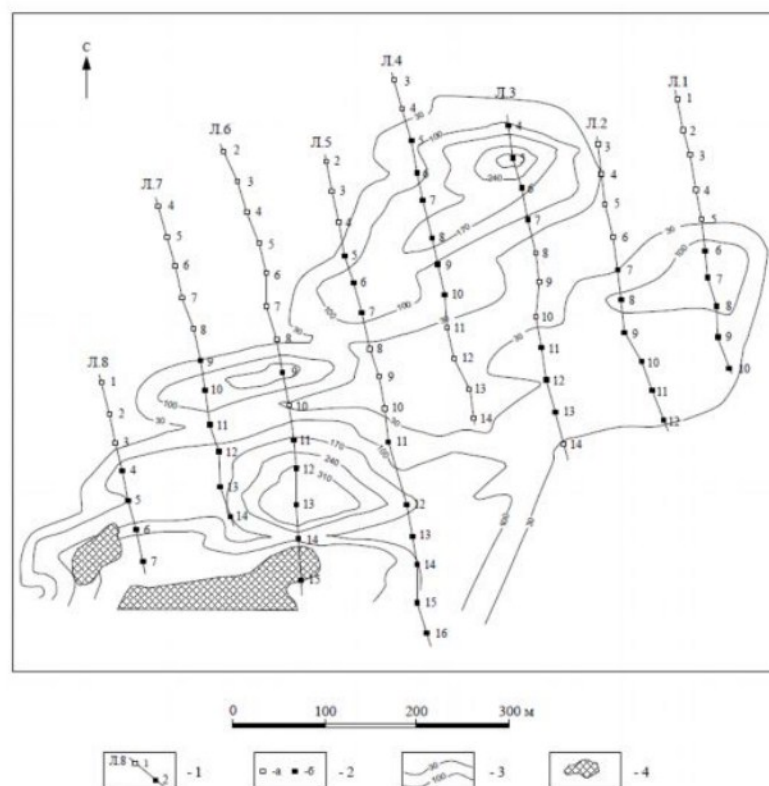
Расчетная величина минимального промышленного выхода оказалась ниже среднего выхода обломочных руд из остаточных запасов россыпей.

Учитывая слабую дифференциацию рудного вещества, обусловленную близостью коренных источников, «усугубленную» на отдельных участках россыпей ранее проводившимися горными работами (рис.2), целесообразно производить сплошную разработку россыпей параллельными смежными заходками, ориентированными вкрест простирания продуктивных отложений и захватывающими как целиковые, так и техногенные участки.

Обязательными условиями дальнейшей разработки россыпей должны являться: проведение систематической эксплуатационной разведки и осуществление шихтовки разнородных хромитоносных продуктов в преддверии их дальнейшей переработки.

«Ущербность» ранее применявшейся ручной

выборки хромового валуна из разрабатываемых продуктивных отложений очевидна.



**Рис.2. План изолиний выхода хромового валуна из продуктивных отложений Сарановской россыпи №2 (фрагмент верховьев и центральной частей россыпи):**

1 - линии разведочных шурфов; 2 - разведочные шурфы (а - безрудные, б - рудные); 3 - изолинии выхода хромового валуна (в кг) из 1 куб. м продуктивных отложений; 4 - участки россыпи, разрабатывавшиеся в предыдущие годы

С 90-х годов внедряется технология промывки глинистых продуктивных отложений в скруббер-бутаре, после чего промытый разнородный валун (промпродукт) направляется на фабрику для обогащения в тяжелой суспензии с целью получения хромового концентрата.

По результатам геологоразведочных работ 2010-2011 гг. отмечено, что фракция рудного валуна -50 - +10 мм, ранее не учитывавшаяся при подсчете запасов хромовых руд, составляет от 10 до 30% от общей массы рудного валуна. Доля руды во фракциях <10 мм составляет менее 1%. С учетом технологической возможности извлечения мелкой фракции обломков, минимальный кондиционный размер извлекаемого рудного валуна должен быть пересмотрен с 50 до 10 мм.

Качественные характеристики валунчатых хромовых руд сарановского типа (содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 36-39%, SiO<sub>2</sub> - 4-6%, CaO - 0,1-0,3%, FeO - 14-15%) позволяют их использовать в металлургическом производстве.

Минимальное содержание (в %) полезного компонента (триоксида хрома) и максимально допусти-

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

мое содержание (в %) вредной примеси (оксида кальция) в рудах определяются требованиями технических условий потребителя на товарную руду: минимальное промышленное содержание полезного компонента  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в валунчатых хромовых рудах россыпи – не менее 36%, максимально допустимое содержание вредного компонента  $\text{CaO}$  – не более 0,4%. Требования технических условий отвечают природным особенностям рудных валунов, представленных, преимущественно, густовкрапленными «массивными» рудами с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  38-40% с незначительной долей обломков вкрапленных руд (до 10%).

Необходимость использования других параметров кондиций, таких, как бортовой выход рудного валуна, максимально допустимая мощность прослоев пустых пород, включаемых в контур подсчета запасов, неактуальна, поскольку опробование россыпей выполнено на полную мощность продуктивного слоя валовым способом. Нет необходимости и в обосновании минимальной мощности продуктивного слоя, учитывая, с одной стороны, её достаточно выдержанный характер, с другой – широкие технические возможности современной техники (в частности, гидрав-

лических экскаваторов).

Эффективная доработка остаточных запасов, включая и техногенные отложения, может быть обеспечена путем одновременного промышленного освоения нескольких сближенных объектов различной продуктивности и техногенной нарушенности при условии отработки их в определенной последовательности с целью формирования сбалансированной по качеству шихты. В подобном случае одна лицензия должна обеспечивать право разработки остаточных запасов нескольких небольших объектов.

### Литература

1. Петтиджон Ф.Дж. *Осадочные породы*. - М.: Недра, 1981. - 751 с.
2. *Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных на Главном Сарановском месторождении хромитов и россыпях валунчатых хромитов за 1967-1976 гг.* / А.А. Бронников [и др.]. - Сараны, 1977. - 125 с.
3. *Методическое руководство по изучению и эколого-экономической оценке техногенных месторождений*. - М.: ГКЗ, 1994. - 37 с.

---

*Игорь Викторович Абакумов, кандидат геолого-минералогических наук, главный геолог;*

*Юрий Александрович Скорик, инженер-технолог, аспирант кафедры разработки месторождений открытым способом Уральского государственного горного университета (ООО «Проекты и Технологии – Управление и Разработка» - филиал в г.Североуральск), тел.(34380) 31600*

УДК 622.341.1

*А.В.Яковлев, К.А.Кочнев, С.Р.Пьянзин, А.М.Яковлев*

### ОБОСНОВАНИЕ ПОРЯДКА ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ КАРЬЕРОВ-УЧАСТКОВ ГОРКИТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В СОСТАВЕ ТАРЫННАХСКОГО ГОКА

Предложена методика обоснования порядка ввода в эксплуатацию участков карьеров при отработке крупных месторождений полезных ископаемых, основанная на принципе балльного ранжирования. Исследования проведены на примере Горкитского месторождения железных руд в составе Тарыннахского ГОКа.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** железная руда; открытые горные работы; режим горных работ; порядок отработки.

Горкитское железорудное месторождение расположено в пределах Ималыкской группы месторождений Чаро-Токкинского железорудного района, находящегося в западной части Алданской железорудной провинции на юге республики Саха (Якутия).

Вопрос обоснования порядка отработки месторождения возник при разработке «Техноэкономического обоснования постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов по Тарыннахскому и Горкитскому месторождениям в Южной Якутии». После определения границ открытой разработки на Горкитском месторождении были выделены 6 карьеров, основные параметры которых приведены в табл.1.

С целью определения порядка ввода в эксплуатацию карьеров-участков Горкитского месторождения был использован метод балльного ранжирования по основным признакам, определяющим экономическую эффективность отработки месторождения, среди которых были выделены:

- количество погашаемых запасов полезного ископаемого;
- средний коэффициент вскрыши;
- средневзвешенное расстояние транспортирования горной массы автотранспортом;
- мощность слоя покрывающей толщи;
- максимально возможная производительность по горнотехническим факторам.

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 1

### Основные параметры карьеров первой очереди, разрабатывающих Горкитское месторождение железных руд

Параметры карьеров	Ед. изм.	Горкитское месторождение					
		Залежь Восточная					Западная
		Н. Горкит	Восток 1	Восток 2	Восток 3.1	Восток 3.2	Западный
Бортовое содержание Fe - 12%							
Абсолютная отметка дна карьера	м	810	840	750	720	750	510
Глубина карьера по замкнутому контуру	м	255	180	270	285	270	510
Длина дна карьера	м	420	640	2340	940	800	850
Ширина дна карьера	м	30	30	30	30	30	30
Площадь дна карьера	тыс. м <sup>2</sup>	12,6	19,2	70,2	28,2	24	25,5
Длина карьера по поверхности	м	3920	2520	3430	2880	2250	1980
Средняя ширина карьера по поверхности	м	720	650	760	830	880	1650
Площадь карьера по поверхности	тыс. м <sup>2</sup>	2822	1638	2606	2390	1980	3267

Факторы были ранжированы следующим образом:

1. Количество погашаемых запасов полезного ископаемого (Q):

- 21 – 50 млн. т – 1 балл;
- 51 – 80 млн. т – 2 балла;
- 81 – 110 млн. т – 3 балла;
- 111 – 140 млн. т – 4 балла.

2. Средний коэффициент вскрыши (K<sub>ср</sub>):

- 1,5 – 2 м<sup>3</sup>/т – 4 балла;
- 2,01 – 2,5 м<sup>3</sup>/т – 3 балла;
- 2,51 – 3 м<sup>3</sup>/т – 2 балла;
- более 3 м<sup>3</sup>/т – 1 балл.

3. Средневзвешенное расстояние транспортирования горной массы автотранспортом по поверхности (L<sub>тр</sub>):

- до 1000 м – 4 балла;
- 1000 – 1500 м – 3 балла;
- 1500 – 2000 м – 2 балла;
- более 2000 м – 1 балл.

4. Мощность слоя покрывающей толщи (m):

- до 30 м – 4 балла;
- 31 – 60 м – 3 балла;
- 61 – 90 м – 2 балла;
- 91 – 120 м – 1 балл;
- более 120 м – 0 баллов.

5. Максимально возможная производительность по горнотехническим факторам (A<sub>max</sub>):

- 3 – 4 млн. т/год – 1 балл;
- 4,1 – 6 млн. т/год – 2 балла;
- 6,1 – 8 млн. т/год – 3 балла;
- более 8 млн. т/год – 4 балла.

Результаты оценки карьеров-участков Горкитского месторождения сведены в табл.2.

Таблица 2

### Результаты сравнительной оценки карьеров Горкитского месторождения

Критерии оценки	Нижний Горкит	Западный	Восток 1	Восток 2	Восток 3.1	Восток 3.2
Q	3	4	2	4	2	1
K <sub>ср</sub>	4	2	4	2	2	1
L <sub>тр</sub>	3	3	1	4	3	3
m	4	1	3	1	1	0
A <sub>max</sub>	3	2	2	4	3	1
ИТОГО	17	12	12	15	11	6

Высокая сумма баллов на карьере Восток 2 обусловлена тем, что вскрышные породы складываются в выработанном пространстве карьера Восток 1, следовательно карьер Восток 2 вводится в разработку на более поздних этапах.

Таким образом, наиболее высокая экономическая эффективность достигается при первоочередной разработке карьеров Нижний Горкит, Западный, Восток 1 и с последующим вовлечением в разработку карьеров Восток 2 и Восток 3.1, последним в разработку вводится карьер-участок Восток 3.2.

Данная методика применима к большинству крупных месторождений полезных ископаемых и служит надежным инструментом при обосновании порядка развития горных работ.

*Алексей Викторович Яковлев, заведующий лабораторией открытой геотехнологии, кандидат технических наук;*

*Константин Анатольевич Кочнев, аспирант, младший научный сотрудник, лаборатория открытой геотехнологии;*

*Станислав Русланович Пьянзин, аспирант, младший научный сотрудник, лаборатория открытой геотехнологии, тел.(343) 350 14 97, E-mail: goldminer1@rambler.ru;*

*Андрей Михайлович Яковлев, младший научный сотрудник, лаборатория управления качеством минерального сырья (Институт горного дела УрО РАН)*

УДК 622.362

К.М. Семёнова

## ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ И ТЕХНОЛОГИИ НАМЫВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРООТВАЛООБРАЗОВАНИЯ

Рассмотрены возможности увеличения приёмной способности намывных сооружений с учетом геоморфологических особенностей места размещения отвальной емкости и способа укладки пород при формировании техногенного рельефа нарушенных средствами гидромеханизации территорий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** влияние; рельеф местности; технология; намыв; эффективность; гидроотвалообразование; гидромеханизация; гидроотвал; приемная способность; земельные площади; формирование намывного массива; месторасположение отвальной емкости; коэффициент использования.



Увеличение спроса на минеральное сырье в современном мире требует постоянного совершенствования технологических схем, процессов, аппаратов и транспортных систем, применяемых на современных обогатительных фабриках.

Известно, что одним из основных условий интенсификации и рационального природопользования является комплексное использование сырьевых ресурсов, в том числе внедрение в производство безотходной технологии и мероприятий по охране окружающей среды.

Особенность решения вопросов рационального использования земли состоит в том, что расположение объектов горного предприятия, схемы и способы выполнения горных работ должны быть рассчитаны на длительный период, при детальном рассмотрении территории всего бассейна и прилегающих к нему земель.

Разработка месторождений полезных ископаемых гидромеханизированным способом при многих его известных преимуществах характеризуется высокой степенью отчуждения земель, занимаемых намывными сооружениями, и на более длительный срок по сравнению с «сухими» отвалами. Так в Кузбассе гидроотвалы угольных разрезов занимают свыше 3500 га, а в бассейне Курской магнитной аномалии более 5000 га занято гидроотвалами и хвостохранилищами. Причем средний срок эксплуатации намывных сооружений на горно-обогатительных предприятиях составляет 15-20 лет [3].

Применяемые на практике и в проектах технические решения по размещению отвалов не всегда учитывают возрастающую ценность земли, затраты на рекультивацию непригодных земель, на которых могли бы быть размещены отвалы.

В связи с этим возникает необходимость обоснования способов уменьшения площади земли, занимаемой горными предприятиями, и ускорения ее рекультивации с минимальными затратами, что в конечном итоге является эффективной основой для развития открытого способа разработки.

Поэтому необходимость увеличения ёмкости гидроотвалов (равно как и хвостохранилищ) при минимальных занимаемых площадях в процессе их эксплуатации является чрезвычайно актуальной задачей.

В данной статье рассмотрим возможности увеличения приёмной способности намывных сооружений с учетом геоморфологических особенностей места размещения, обуславливающих геометрические параметры отвальной емкости и способа укладки пород при формировании техногенного рельефа нарушенных средствами гидромеханизации территорий.

Выбор места для размещения гидроотвалов является ответственной задачей, так как значительно влияет на себестоимость гидромеханизированных работ и определяет их эффективность.

Известны следующие типы гидроотвалов по их расположению [4]:

- овражные и балочные, создаваемые в оврагах или балках путем перегораживания их дамбами;
- равнинные, расположенные на местности ровной или с небольшим уклоном, огражденные со всех сторон дамбами;
- косогорные, устраиваемые на косогорах, огражденные дамбами и частично рельефом местности;
- котловинные и котлованные, расположенные соответственно в местных понижениях (котловинах) и выемках отработанных карьеров.

Наряду с отвалами, размещаемыми в старых разрезах (внутренние отвалы), в целом ряде случаев прибегают к строительству внешних отвалов, располагаемых непосредственно на поверхности земли. В этих случаях отвальная емкость образуется путем создания земляной оградительной насыпи механическим способом. Внешние отвалы обычно устраивают в тех случаях, когда невозможно разместить вскрышные породы или хвосты обогащения в выработанном пространстве по тем или иным причинам, или из-за недостаточного его объема при строительстве карьеров, а также при особых геологических и технологических условиях открытых разработок месторождений. К этому виду относится разработка россыпей, строительных горных пород, значительной части угольных и небольшой части рудных месторождений при горизонтальном и пологом залегании залежей. Карьеры при этом имеют небольшую (до 40-80 м) и относительно постоянную глубину, различные размеры в плане и различную производственную мощность. Вскрышные породы и полезные ископаемые весьма разнообразны и практически охватывают все их возможные сочетания.

При одновременно существующей возможности расположения гидроотвала на равнине, косогоре,

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

балке, долине необходимо иметь в виду, что при строительстве отвалов в низине уменьшаются капитальные затраты, упрощается и удешевляется их эксплуатация [4].

При разработке россыпных месторождений гидромеханизированным способом работы, связанные с размещением пород (хвостов) в отвалы, оказывают большое влияние на конечную стоимость ценного компонента. При благоприятных условиях отвалообразования, при наличии крутых склонов, непосредственно спускающихся в долину, промывной прибор обычно устанавливается на склоне, и отвал размещается сразу за промприбором [2].

На гидровскрышных работах угольных и железорудных месторождений наиболее распространенным также является расположение гидроотвалов (хвостохранилищ) в низине. Так, гидроотвалы КМА: «Берёзовый Лог», «Балка Суры», «Балка Чуфичева»; Кузбасса: «Бековский», «Кедровский №3», а также ряд хвостохранилищ (Надеждинского металлургического завода, ЛГОКа, СГОКа и др.) являются намывными сооружениями овражно-балочного типов.

Предельный уклон местности для устройства гидроотвала обычно составляет  $0,15 \div 0,20$ , на практике для этого выбирают площади с уклоном  $0,03 \div 0,01$  и менее [4]. Большой уклон местности приводит к потере емкости отвала и к осложнениям при сооружении дамбы начального обвалования. Начальная и конечная емкости отвала должны быть возможно большими при минимальном объеме начальной дамбы обвалования. Поэтому во многих случаях гидроотвалы располагаются в поймах рек или в оврагах. При расположении гидроотвалов в выработанном пространстве карьеров их обвалование может быть одно-, двух- и трехсторонним (в зависимости от конфигурации выработанного пространства, его объема и схемы горных работ на близлежащих участках).

В итоге местоположение гидроотвалов и хвостохранилищ выбирается с учетом рельефа местности, организации удобного водоснабжения, а также минимальных суммарных затрат на транспортировку и подъем пород от карьера до места складирования, на возмещение убытков от потери земельных ресурсов, занятых отходами, на возмещение стоимости основных фондов (дороги, ЛЭП, строения и т.п.).

Значительное влияние на эффективность отвалообразования имеет использование объема отвальной емкости для максимального размещения вскрышных пород или отходов обогащения. При большем использовании этого объема уменьшаются удельные затраты на обвалование и снижаются эксплуатационные расходы.

Для характеристики практической возможности заполнения геометрического объема отвала необходимо знать его коэффициент использования. Из анализа литературных источников [1, 4] вытекает, что рекомендуемые значения коэффициента использования отвальной емкости (или, как его также называют, коэффициента заполнения отвала) изменяется от 0,5 до 1 и более.

Так, когда отвальная емкость создается отсыпкой плотины по периметру на ровной поверхности, коэффициент использования возрастает с увеличением отношения длины отвала к ширине и может достигнуть значений больше единицы. Он достигает максимума при определенных этих соотношениях, после чего его величина постепенно убывает. Это объясняется тем, что для отвалов, которые имеют одинаковые размеры в плане на уровне пруда-отстойника, происходит прирост намытого массива в результате увеличения высоты плотины и вместе с тем убывание полезного объема отвала за счет увеличившегося объема самой земляной плотины. При этом коэффициент использования отвальной емкости зависит также от общей и подводной высоты отвала, уклона надводной его поверхности.

Фактически на коэффициент использования отвальной емкости оказывают влияние: характер отвальной емкости (выработанное пространство, косогор, долина, искусственно созданная с помощью отсыпки или намыва плотины, отвальная емкость и т.д.), схема заполнения отвала, параметры его и другие факторы.

Формирование гидроотвала в долине может осуществляться по двум технологическим схемам: от плотины к пруду-отстойнику (рис.1) и с верховья долины к плотине (рис.2), что определяет способ сооружения ограждающей плотины в низовье долины насыпным или намывным способами.

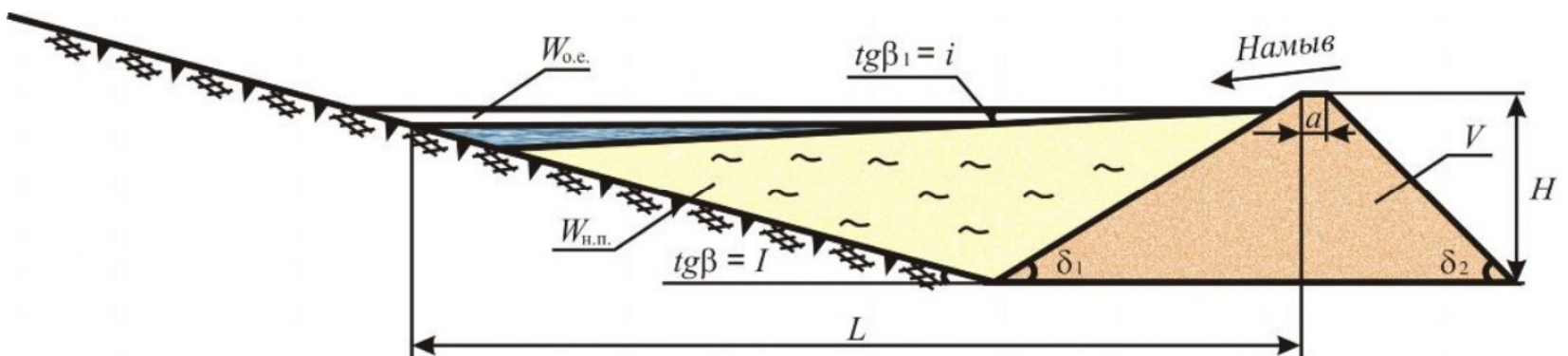
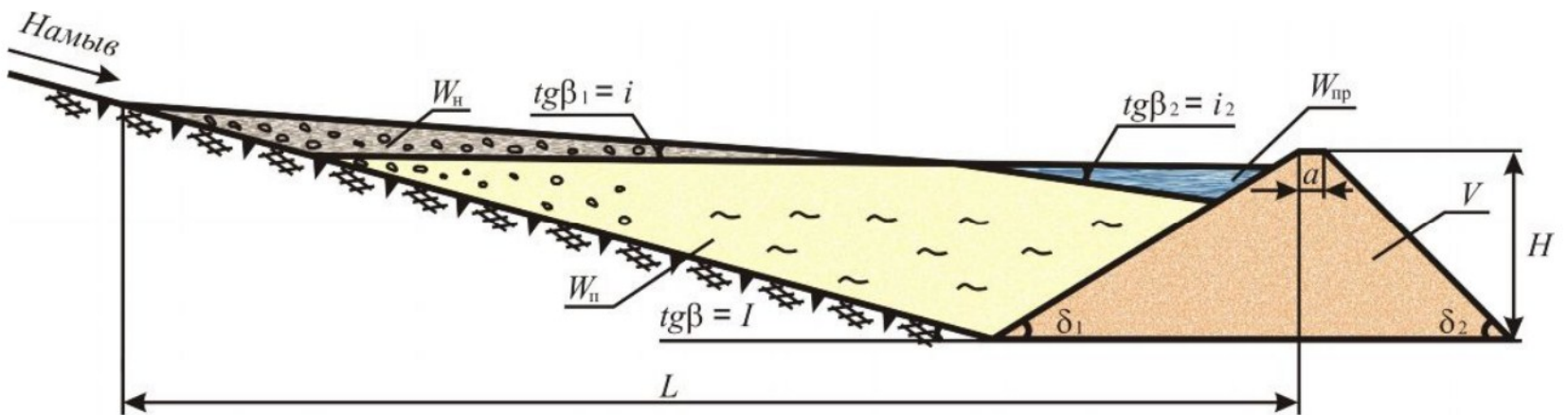


Рис.1. Модель параметров отвала при намыве пород от плотины к пруду-отстойнику

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ



**Рис.2. Модель параметров отвала при намыве пород с верховья долины**

При укладке пород в гидроотвал от плотины сооружение ограждающей плотины осуществляется намывным способом одновременно с формированием гидроотвала, а последовательность его заполнения определяется технологией намыва при перемещении выпусков гидросмеси по периметру намываемой плотины.

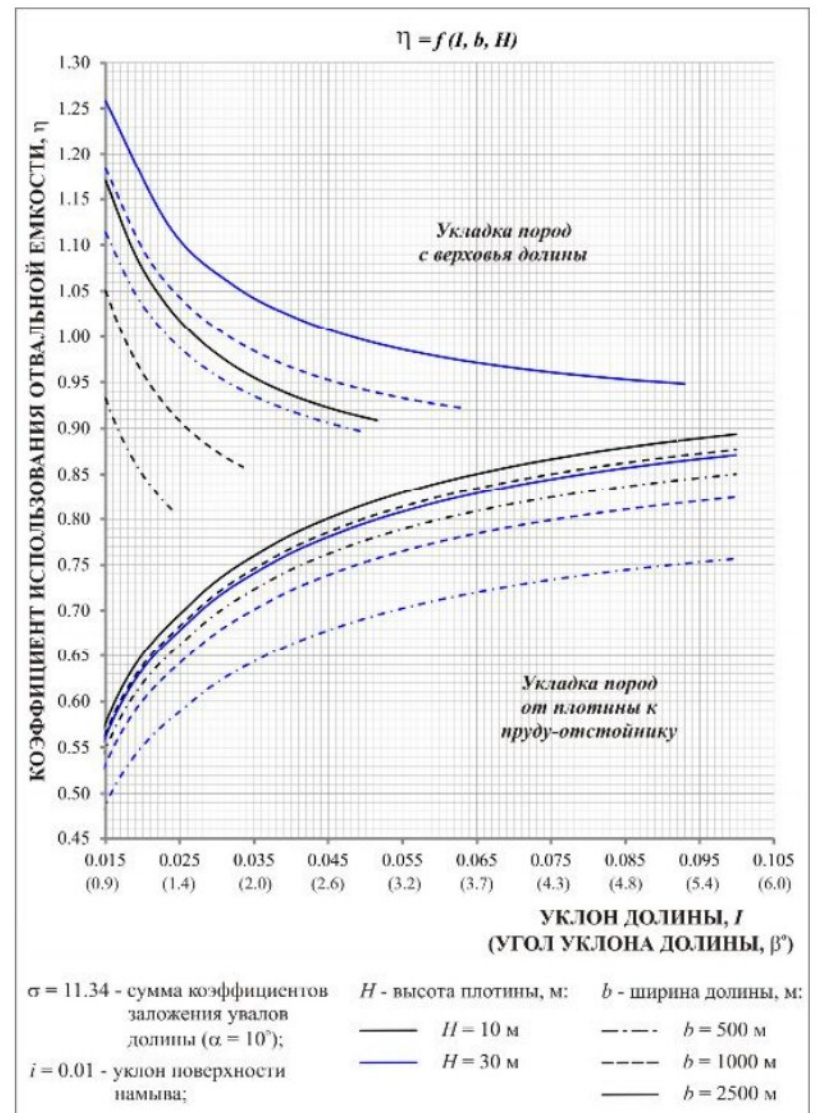
При формировании гидроотвала по схеме с верховья долины к плотине последняя возводится насыпным способом, при необходимости сразу на полную высоту для размещения всего объема укладываемых вскрышных пород. При этой технологической схеме заполнения крупные частицы намытых пород откладываются вдалеке от плотины, в верховье долины, а около плотины обычно располагается пруд-отстойник, и осаждаются наиболее мелкие частицы. Ограждающая плотина подвергается гидростатическому давлению намытых пород в водонасыщенном состоянии (или воды отстойного пруда), а также воздействию фильтрационного потока. Таким образом, ограждающая плотина является гидротехническим сооружением, и к нему предъявляются все требования, которым должна отвечать водоудерживающая плотина.

На основе анализа влияния фактических параметров и формы отвала геометрическим методом было определено соотношение объема отвальной емкости и объема пород, который возможно разместить в ней, при гидромеханизированной разработке, когда отвал и пруд-отстойник размещаются совместно. Принимается, что горизонт воды в отстойном пруде отвала в течение определенного времени поддерживается на одном уровне, так как это характерно для отвалов со стационарным расположением насосной станции.

Расчеты выполнялись для примера укладки вскрышных пород, представленных несвязными четвертичными отложениями – песчаными породами различной крупности (тонко-, мелко-, средне- и крупнозернистыми) с коэффициентом неоднородности  $K_{60/10} = 30 \div 45$ .

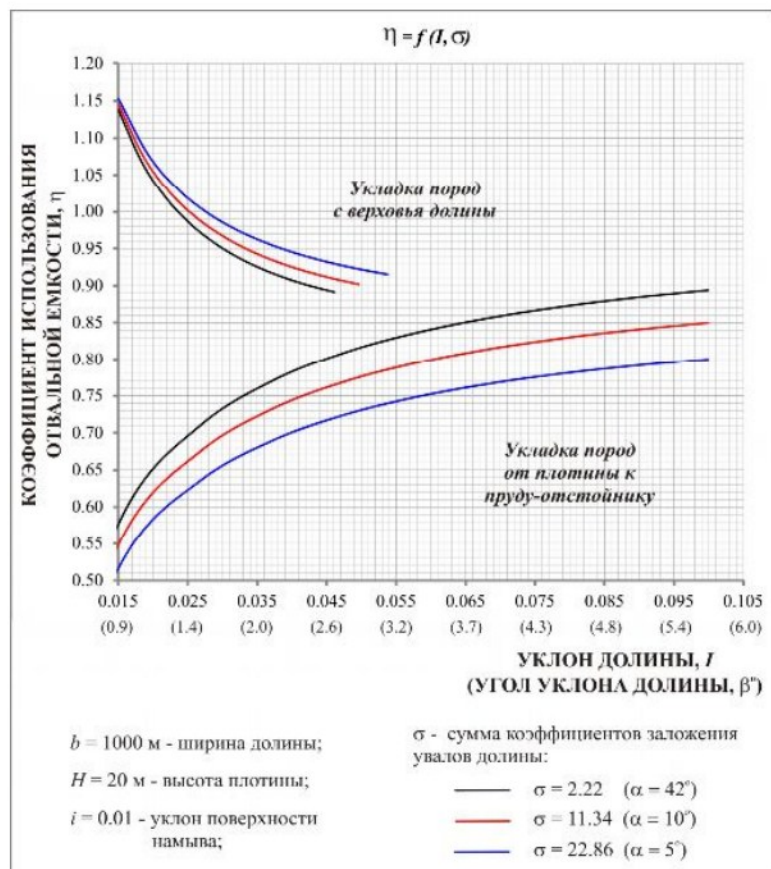
Проверочные расчеты, выполненные с помощью рабочей программы, составленной в приложении Microsoft Excel, позволили установить влияние

геоморфологических особенностей долины, а также технологической схемы намыва (рис.3, 4) на изменение значений коэффициента использования отвальной емкости, а, следовательно, и на рациональное размещение вскрышных пород и отходов обогащения при гидромеханизированной укладке пород с верховья долины и от плотины к пруду-отстойнику.



**Рис.3. Изменение коэффициента использования отвальной емкости в зависимости от уклона, ширина долины и высоты плотины намывного сооружения**

## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ



**Рис.4.** Изменение коэффициента использования отвальной емкости в зависимости от уклона и суммы коэффициентов заложения увалов долины

Из графиков, представленных на рис.3 и 4, видно, что наибольшее влияние на изменение коэффициента использования отвальной емкости оказывает уклон долины  $l$ , в которой планируется размещение отвала.

При увеличении уклона долины  $l$  значение коэффициента использования отвальной емкости  $\eta$  повышается при намыве пород от плотины к пруду-отстойнику. Так, к примеру, при фиксированных значениях высоты плотины  $H=30$  м, суммы коэффициентов заложения увалов долины  $\sigma=11,34$  (углы бокового откоса для удобства расчетов  $\alpha_1=\alpha_2$  и составляют  $10^\circ$ ), ширины долины  $b=1000$  м значения коэффициента использования отвальной емкости  $\eta$  при изменении значений уклона долины  $l$  от 0,015 (угол уклона долины  $\beta=0,9^\circ$ ) до 0,1 ( $\beta=5,7^\circ$ ) меняются в пределах от 0,53 до 0,82 (рис.3).

При укладке пород с верховья долины, напротив, с уменьшением значений  $l$  происходит увеличение коэффициента использования  $\eta$ , значения его достигают 1 и более. Например, при уклоне надводной поверхности намыва отвала  $i=0,01$  и значениях  $H=30$  м,  $b=1000$  м,  $\sigma=11,34$  коэффициент  $\eta$  достигает максимума, равного 1,18 при  $l=0,015$ . При большем значении  $l=0,05$  ( $\beta=2,9^\circ$ ) значение  $\eta=0,92$  (рис.3).

Также проведенный анализ показывает, что с увеличением размеров отвала (ширины отвала по низу  $b$  и высоты его  $H$ ) при укладке пород с верховья долины коэффициент использования отвальной емкости  $\eta$  возрастает и может достичь значений больше

1 (рис.3). Так, коэффициент использования изменяется от  $\eta=0,81$  при  $H=10$  м,  $b=500$  м до  $\eta=1,11$  при  $H=30$  м,  $b=2500$  м при уклоне  $l=0,024$  ( $\beta=1,4^\circ$ ).

При намыве пород от плотины к пруду-отстойнику  $\eta$  также возрастает при увеличении ширины долины  $b$ :  $\eta=0,70 \div 0,81$  при изменении  $b=500 \div 2500$  м (при  $H=30$  м,  $\sigma=11,34$ ,  $l=0,055$  ( $\beta=3,2^\circ$ )), однако снижается с увеличением высоты отвала:  $\eta=0,81 \div 0,77$  при изменении  $H=10 \div 30$  м (при  $b=1000$  м,  $\sigma=11,34$ ,  $l=0,055$ ).

При увеличении углов откоса долины  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  значения  $\eta$  изменяются в незначительных пределах при намыве пород с верховья долины (рис.4). Так, при изменении суммы коэффициентов заложения правого и левого увалов долины  $\sigma$  от 2,22 ( $\alpha_1$  и  $\alpha_2=42^\circ$ ) до 22,86 ( $\alpha_1$  и  $\alpha_2=5^\circ$ ) величина  $\eta$  увеличивается с 0,91 до 0,94 при укладке пород с верховья долины и уменьшается с 0,78 до 0,70 при намыве пород от плотины к пруду-отстойнику при  $H=20$  м,  $b=1000$  м,  $l=0,04$  ( $\beta=2,3^\circ$ ).

На основе анализа зависимостей коэффициента использования отвальной емкости  $\eta$  от основных параметров отвала, представленных на рисунках 3 и 4, можно дать следующие основные рекомендации для проектирования отвалов, сооружаемых гидромеханическим способом.

При укладке пород с верховья долины наиболее целесообразно использовать долины с пологими уклонами и боковыми откосами (увалами), а также проектировать отвалы с максимальной для данного уклона местности высотой.

Долины с крутыми уклонами и боковыми откосами (увалами) выгодно намывать от плотин, причем при увеличении крутизны уклона долины целесообразно выбирать меньшую высоту плотины отвала.

Как при укладке пород от плотины, так и при намыве с верховья долины предпочтительнее долины по основанию большей ширины.

Результаты анализа влияния рельефа местности и технологической схемы на процесс укладки пород в отвальную емкость позволяют обосновать рациональный выбор варианта гидроотвально-хвостовых хозяйств при проектировании гидротехнических сооружений на горно-обогатительных предприятиях.

### Литература

1. Иванов Е.А., Шаталов А.А., Ильин А.М., Плужникова З.А. (Госгортехнадзор России). Рекомендации о содержании и порядке составления паспорта гидротехнического сооружения. – М.: «ПолиМЕдиа», 1999 г.
2. Лешков В.Г. Разработка россыпных месторождений. – М.: Издательство «Горная книга», МГГУ, 2007 г.
3. Лолаев А.Б., Акопов А.П., Оганесян А.Х., Сумин М.Н. Технология намыва накопителей каскадного типа для отходов горнодобывающей промышленности // Устойчивое развитие горных территорий. – 2011 г. – № 1 (7). – С. 77-83.
4. Нурок Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. – М.: «Недра», 1985 г.

Ксения Михайловна Семёнова, аспирант РГГУ  
им.С.Орджоникидзе, тел.(926) 322-31-14, E-mail: ksens@mail.ru

УДК 622.1:528

В.В.Яхеев

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛОВ НАКЛОНА ВЫРАБОТОК ДЛЯ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОЙ ПОДАЧИ ЗАКЛАДКИ ПРИ РУДНОЙ ПОДГОТОВКЕ

Установлены аналитические зависимости углов наклона выработок, позволяющие осуществить идеальные условия беспрепятственной транспортировки закладки при рудной подготовке месторождений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рудная подготовка; аналитика; зависимости; угол наклона выработок; подача; закладка.



В настоящее время свыше 85% вскрытых богатых руд месторождений Талнахского рудного узла (ТРУ) отработано. Максимальная мощность залежей достигала 60 м. При их отработке применяется полевой способ подготовки, состоящий из трех горизонтов.

Остались невоскрытыми запасы группы удароопасных Северных залежей: С-1, С-2, С-5, С-6 (рудник «Скалистый»), С-2юв (рудник «Комсомольский»), С-2сз, С-2ц, С-3, С-4 (рудник «Таймырский»). Их средняя мощность составляет от 3 до 7 м. Геологические особенности их залегания рассмотрены в работе [1]. Концепция развития сырьевой базы ЗФ ОАО ГМК «Норильский никель» предусматривает вовлечение их в отработку в ближайшей перспективе.

Очевидно, что отработка таких мощностей рентабельна только при рудной подготовке, что и показано расчетом [2].

Внедрению рудной подготовки препятствовало отсутствие взаимной увязки вентиляции, транспорта и подачи закладки на одном горизонте. Или другими словами, отсутствие схем рудной подготовки. Однако это препятствие для внедрения рудной подготовки ликвидировано в разработанных автором схемах рудной подготовки [3], главные элементы которых защищены патентом [4].

В этих схемах используется твердеющая закладка. Она применяется с целью предотвращения подработки вышезалегающих вкрапленных руд, водоносного горизонта, оседания поверхности а также управления горным давлением, уменьшения потерь руды в недрах, предотвращения возникновения эндогенных пожаров при разработке сернистых руд и улучшения проветривания.

Закладка является главным технологическим звеном и материалом, позволяющим осуществить эти схемы, так как подготовительные выработки формируются в закладке. Для этого необходимо рассмотреть возможность беспрепятственной подачи закладки при рудной подготовке, что в первую очередь зависит от оптимальных углов наклона выработок и их соотношения.

Поэтому целью работы является аналитическое установление углов наклона выработок и их соотношения для осуществления условий беспрепятственной подачи закладки при рудной подготовке.

Очевидно, что при транспортировке самотечных

закладочных смесей должно обеспечиваться условие отсутствия подачи закладки вверх. В математическом выражении это записывается так, что высотные отметки  $h_i$  профиля (функции) закладочного бетонопровода  $f(h_i)$  должны представлять монотонно убывающую функцию. Иными словами, производная этой функции должна быть меньше нуля [5], что записывается условием:

$$f'(h_{i-1}) \leq 0. \quad (1)$$

То есть высотная отметка последующей точки должна быть не выше предыдущей, что графически представлено на рисунке 1 и выражается следующими неравенствами:

$$h_1 \geq h_2 \geq h_3 \geq h_i \geq h_{i+1}. \quad (2)$$

Производная к этой функции (профилю) представляет угловой коэффициент касательной к графику функции. Знак этого углового коэффициента показывает, наклонена ли эта касательная вверх или вниз, а с нею идет ли вверх или вниз сама кривая. Однако в отдельных точках касательная при этом может оказаться и горизонтальной [5], что не противоречит (2) и будет показывать, что в этом месте профиль бетонопровода горизонтален.

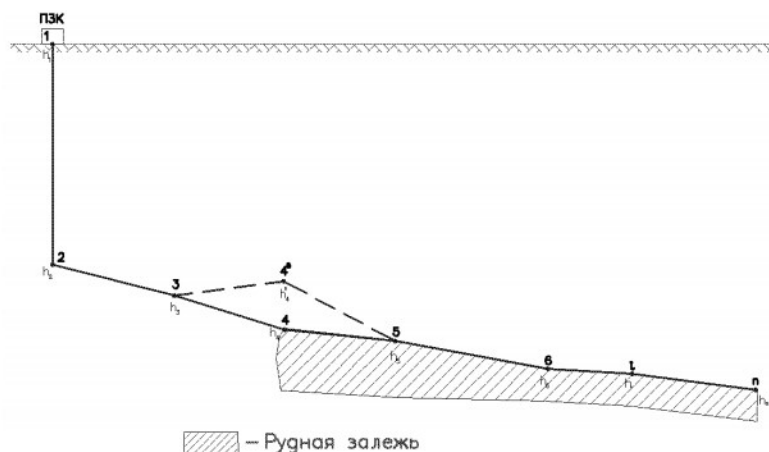
Следствием (2) того, что профиль закладочного бетонопровода, должен представлять монотонно убывающую функцию, на профиле должны отсутствовать точки перегиба, что записывается следующим образом [6]:

$$\operatorname{sgn} f'(h_{i-}) = \operatorname{sgn} f'(h_{i+}) = -1. \quad (3)$$

Знак уклона слева  $h_{i-}$  и справа  $h_{i+}$  относительно точки  $i$  должен быть одинаков, что и обозначает отсутствие точек перегиба. Здесь «-1» обозначает уклон, так как только при уклоне закладка может течь вниз. Это условие соблюдается на всем протяжении профиля от точки 1 до  $n$ , кроме участка 3-4<sup>в</sup>-5, где наблюдается точка перегиба 4<sup>в</sup>. Стекающая вниз с колена 4<sup>в</sup>-3 закладка будет образовывать пробку в окрестностях точки 3, где будет происходить закупорка бетонопровода. Избежать этого можно сбросом остатков закладки из этого колена в камеру аварийного сброса бетона или в очистную камеру и применением промывки и продувки сжатым воздухом, как описано в работе [7]. Однако, это представляет значительные трудовые и материальные затраты, поэтому профиль бетонопровода 1,2,3,4<sup>в</sup>,5,... $n$  с точкой перегиба 4<sup>в</sup> является нежелательным. Профилей с точкой перегиба по возможности нужно избегать.



## ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ



**Рис. 1. Профили бетонопровода, используемого для подачи твердеющей закладки при рудной подготовке.** Желаемый профиль бетонопровода 1,2,3,4,5,...n. Нежелательный профиль бетонопровода 1,2,3,4в,5,...n. ПЗК – поверхностный закладочный комплекс. 1, 2,...n точки профиля бетонопровода и их высотные отметки

Диапазоном критерия рудной подготовки по самоходному оборудованию (СО) является угол наклона подготовительных выработок от  $-8$  до  $+8$  градусов [8]. Знак минус обозначает уклон, а плюс подъем. Таким образом, неравенство, выражающее угол наклона подготовительных выработок  $\gamma$  для проезда СО, выражается в виде:

$$-8^\circ \leq \gamma \leq +8^\circ. \quad (4)$$

Чтобы обеспечить рудную подготовку, надо оптимально располагать подготовительные закладочные выработки.

Если по закладочной выработке подается только закладка, то должно одновременно выполняться два условия: (2) и (3). Это означает, что закладочные выработки должны иметь постоянный уклон без точек перегиба, что наблюдается на отрезке профиля 1-2, где бетонопровод расположен вертикально в скважине или в стволе.

Если по закладочной выработке помимо подачи закладки передвигается СО, то должно одновременно выполняться три условия: (2), (3) и (4). Это означает, что закладочные выработки должны иметь

постоянный уклон без точек перегиба и уклон, не превышающий  $-8^\circ$ , что наблюдается на отрезке профиля 2,3,4,5,...n.

Тогда, исходя из условия беспрепятственной подачи закладки, будем располагать подготовительные выработки, из которых подается закладка, как можно выше по рудному телу, в точке имеющей наибольшую геодезическую отметку.

Закладочные подготовительные выработки должны иметь постоянный уклон без точек перегиба. Если эти выработки используются для проезда СО, то они должны иметь уклон, не превышающий  $-8^\circ$ .

### Литература

1. Яхеев В.В., Смирнов А.А., Ярошенко К.П., Мишанов В.А., Воробьев В.Л. Основные особенности разработки северных залежей Талнахского и Октябрьского месторождений, Ж. "Цветные металлы" №12 2004, с.15-17.
2. Яхеев В.В., Мишанов В.А., Савенко Н.Н., Пахомов С. Г. Упрощенная технико-экономическая модель выбора способа подготовки от мощности залежи при разработке месторождений с закладкой. Актуальные проблемы экономики современной России: Сборник научных трудов (под ред. А. А. Оводенко) СПб.: ГУАП. СПб., 2010. с.176-179.
3. Яхеев В.В. Разработка классификации и схем спаренной панельной рудной подготовки маломощных, удароопасных залежей, отрабатываемых с закладкой и самоходным оборудованием. Известия ВУЗов Горный журнал., № 8 2010, с. 4-13.
4. Яхеев В.В., Мишанов В.А. Патент на изобретение №2456452 (Российская Федерация). Способ разработки маломощного пологого рудного тела. Бюллетень изобретений №20 2012.
5. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1., М., «Наука», 1966-607с.
6. Никольский С.М. Курс математического анализа. Т.1, М., «Наука», 1983, 359с.
7. Бадтиев Б.П., Кожиев Х.Х., Гига В.М., Бодалов В.Е., Хуцишвили В.И., Яхеев В.В. Уникальная технология закладочных работ на руднике «Комсомольский». Горный журнал, №1 2007, с. 15-18.
8. Яхеев В.В. Обоснование границ критерия рудной подготовки месторождений Талнахского рудного узла. Горный журнал. № 6 2005г, с.41-43

Валерий Васильевич Яхеев, к.т.н., с.н.с., доцент кафедры "Геоэкология" ГПА (Государственная полярная академия), г.Санкт-Петербург, тел. 8-904-553-53-75, E-mail: yakvaleri@yandex.ru

### Уважаемые коллеги!

ООО «Союз маркшейдеров России», НП «СРГП «Горное дело», Российское геологическое общество (РосГео) при участии Ростехнадзора приглашают Вас принять участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование», г.Сочи, ул.Черноморская, 3, ГК «Жемчужина», которая пройдет с 30.09.2013 по 05.10.2013.

Организационный взнос за участие в конференции составляет: 44 870 (сорок четыре тысячи восемьсот семьдесят) руб. по безналичному расчету (НДС не облагается).

С тематикой конференции, контрольными сроками и требованиями к оформлению заявок и текстов докладов можно ознакомиться на сайте [www.mwork.su](http://www.mwork.su), [www.gorobr.ru](http://www.gorobr.ru) или по тел. (495) 641-00-45.

Редакция «МВ»

УДК 528.46:711.14

*Е.Н.Мельников, М.Г.Мустафин, М.М.Снарёва***МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЕФОРМАЦИЙ ВОДОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Представлена методика организации мониторинга деформационного процесса земной поверхности на участках заложения заглубленных трубопроводов в условиях плотной городской застройки Санкт-Петербурга. Рассмотрен подход, включающий выделение потенциально-опасных зон, в которых выполняется геодезический мониторинг.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** земная поверхность; деформации; оседания; горизонтальные сдвигения; геодезические измерения; деформированное состояние грунтов.

**Е.К.Мельников****М.Г.Мустафин****М.М.Снарёва**

В условиях плотной городской застройки и интенсивного освоения подземного пространства чрезвычайно актуальными являются вопросы по обеспечению сохранности существующих подземных коммуникаций.

Контроль деформационного процесса трубопроводной заглубленной системы может быть выполнен за счет организации геодезического мониторинга.

Вместе с тем традиционный подход, предполагающий создание геодезической городской деформационной сети, весьма затратный. Трубопроводная сеть только водоснабжения Санкт-Петербурга охватывает всю его территорию, линии которой проходят примерно по сетке 30×30 м. Если закладывать один репер на один квадрат, то понадобится миллионы реперов, что превращает эту задачу в труднореализуемую.

Более перспективным видится подход, основанный на изучении условий, в которых произошли аварии и выявлении факторов, являющихся источниками возмущения участков заложения трубопроводов. Типизация этих условий позволит выделить потенциально-опасные зоны (ПОЗ) и лишь в них выполнять специальные геодезические наблюдения.

Одним из существенных источников возмущения является строительство зданий и сооружений. При этом происходит изменение напряженно-деформированного состояния земной поверхности, что в свою очередь может привести к деформированию и возможным авариям расположенных под ней подземных трубопроводов.

Другим источником возмущений являются современные активные геологические разломы [1]. Активные разломы представляют собой линейные участки недр с аномальным состоянием пород. В пределах этих участков формируется отличное от общего фона напряженно-деформированное состояние и соответственно повышается вероятность возникновения природно-техногенных и экологических рисков.

На них возможны аномальные изменения свойств массива, приводящие к образованию или усилению трещиноватости пород, их проницаемости, смещений, которые фиксируются инструментальными измерениями в настоящее время. Над активными зонами разломов отмечается снижение устойчивости возводимых над ними инженерных сооружений и деформации водопроводных и дренажных систем, нефте- и газопроводов.

Участки подземных трубопроводов, за деформациями которых должен быть организован мониторинг, назначаются по результатам их первичного обследования и оценки влияния на них нового строительства, совместно с эксплуатирующей организацией. Он должен проводиться в течение всего периода строительства объекта и затем до стабилизации деформаций подземных трубопроводов и вмещающего их грунтового массива, но не менее чем в течение шести месяцев после завершения строительно-монтажных работ.

В этой связи весьма эффективным представляется организация геодезического мониторинга с использованием методики выделения потенциально-опасных зон, которая позволит существенно сократить объем работ по наблюдениям.

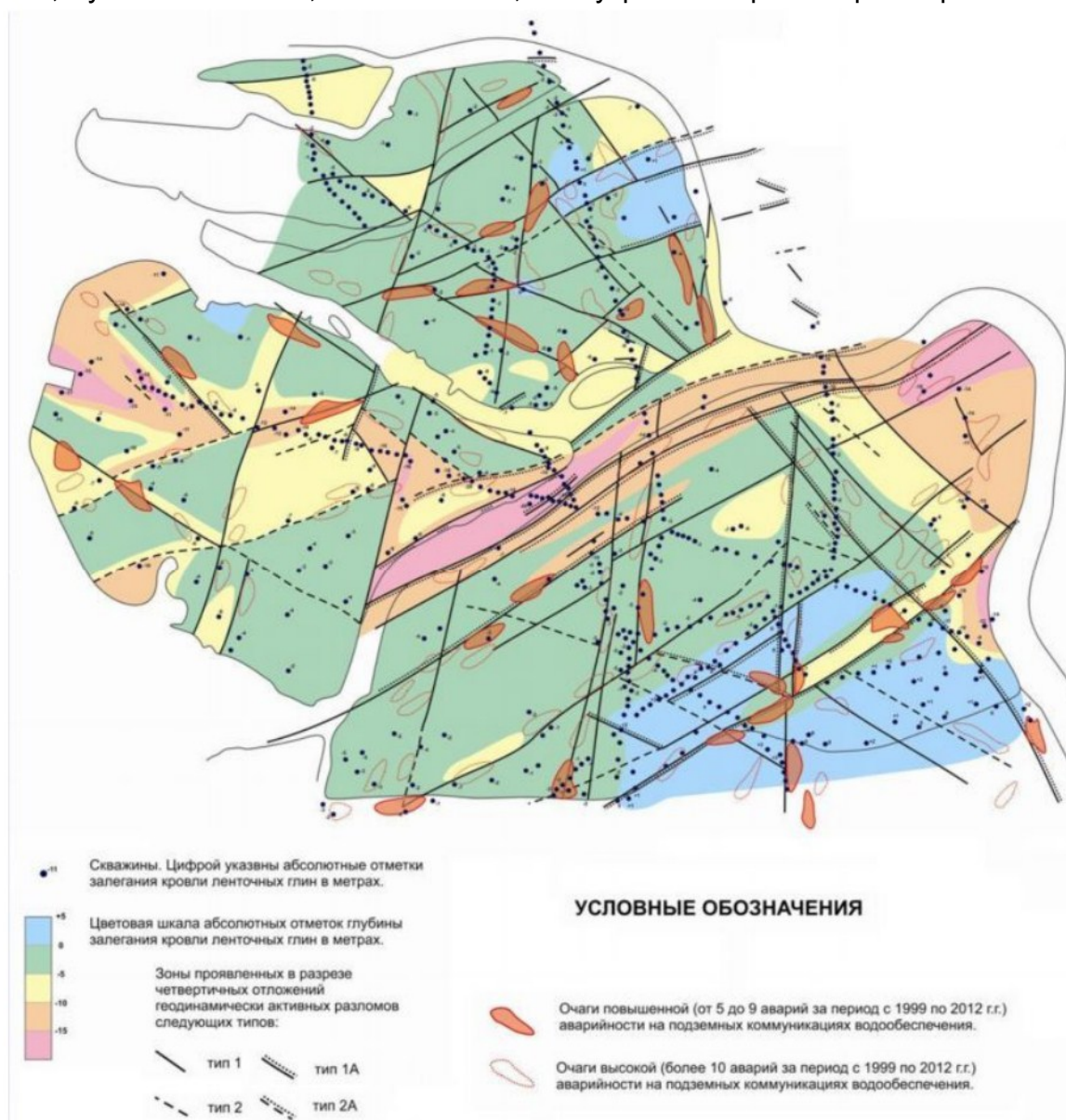
Проф. Е.К.Мельниковым проведен анализ происшедших аварий на трубопроводах в Санкт-Петербурге и исследования геологических факторов, связанных с рассматриваемой тематикой. В результате проведенных исследований составлена карта (рис.1), на которой выделены активные разломы и участки, в которых сконцентрирован целый ряд аварий. Из рассмотрения карты обнаруживается хорошая связь между участками, где имеют место разломы, и зонами, где произошли аварии. Безусловно, речь не идет об абсолютной сходимости, понятно, что вопрос о подвижках земной поверхности по разлому требует специального рассмотрения. Вместе с тем фактические данные показывают четкую корреляцию, и можно сделать вывод о том, что участки, по которым проходит разлом, можно отнести к ПОЗ.

Рассмотрим более детально поведение грунтового массива в ПОЗ. Решим задачу о напряженно-деформированном состоянии (НДС) грунтового массива при возведении котлована под здание.

Моделирование выполнено в программном комплексе «НЕДРА» [2]. ПК «НЕДРА» разработан во ВНИМИ и совершенствуется в Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» (Санкт-

Петербург). ПК «НЕДРА» позволяет моделировать НДС массива горных пород для плоской и объемной задач, а также для упругого и нелинейного характера деформирования пород и включаемых в модель элементов. Грунты представлены 4 слоями: наносы (техногенные суглинки), мощность (m) 4 м, модуль упругости (E) 3-10 МПа; суглинки m=10 м, E=20-40 МПа;

глины m=26 м, E=400-600 МПа; твердые глины m=20 м, E=0,7-1,0 ГПа. Решалась упруго-пластическая задача, при этом использовались прочностные параметры, используемые в модели Кулона-Мора. Сцепление варьировалось от 10 КПа (техногенные суглинки) до 1 МПа (твердые глины), угол внутреннего трения принят равным 30°.



**Рис.1. Геолого-структурная карта центральной части Санкт-Петербурга (по кровле ленточных глин Балтийского ледникового озера)**

Моделировался котлован, размерами: длина 100 м, ширина 12-24 м и глубина 4 м. Для оценки максимального воздействия на грунт основное внимание представляют смещения, возникающие вдоль линии, проходящей нормально средней части длинной стороны. В этой связи рассмотрена плоская задача, и, ввиду ее симметричности, построена половина модели. Общий вид модели представлен на рис.2.

На рис.3 приведены результаты моделирования. Как видно из его рассмотрения, вертикальные смещения существенно изменяются лишь в пределах 4 м, т.е. в пределах, установленных в указанных СНиП (на рис.3, б показаны природные смещения, обусловленные свойствами пород, относительно их определяются истинные смещения). Горизонтальные смещения (рис.3, в) распространяются на расстояние более 5 м (5 м - по СНиП II-89, СНиП 2.04.07: рас-

стояние водопровода от фундаментов зданий и сооружений). В пределах 6 м от границы котлована обнаруживаются смещения, равные 2 мм.

С учетом того обстоятельства, что котлованы могут быть более глубокого заложения и размеры в плане, а также и грунты могут иметь другие характеристики, при возведении котлована возникает необходимость в измерении горизонтальных смещений земной поверхности у проложенных водоводов. При этом потенциально-опасная зона, в которой выполняются геодезический мониторинг, устанавливается на основе предварительной оценки НДС грунта в районе строительства котлована. Важно отметить необходимость наблюдений за горизонтальными смещениями земной поверхности и по ним заблаговременно оценивать опасность ситуации.

# ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

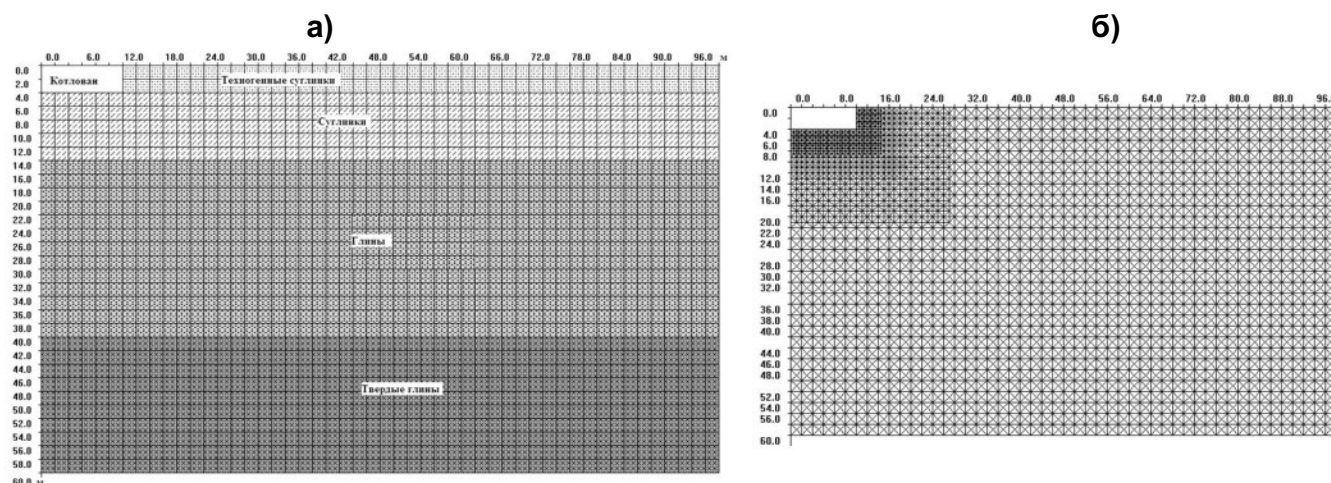


Рис. 2. Структурная (а) и конечно-элементная (б) модели

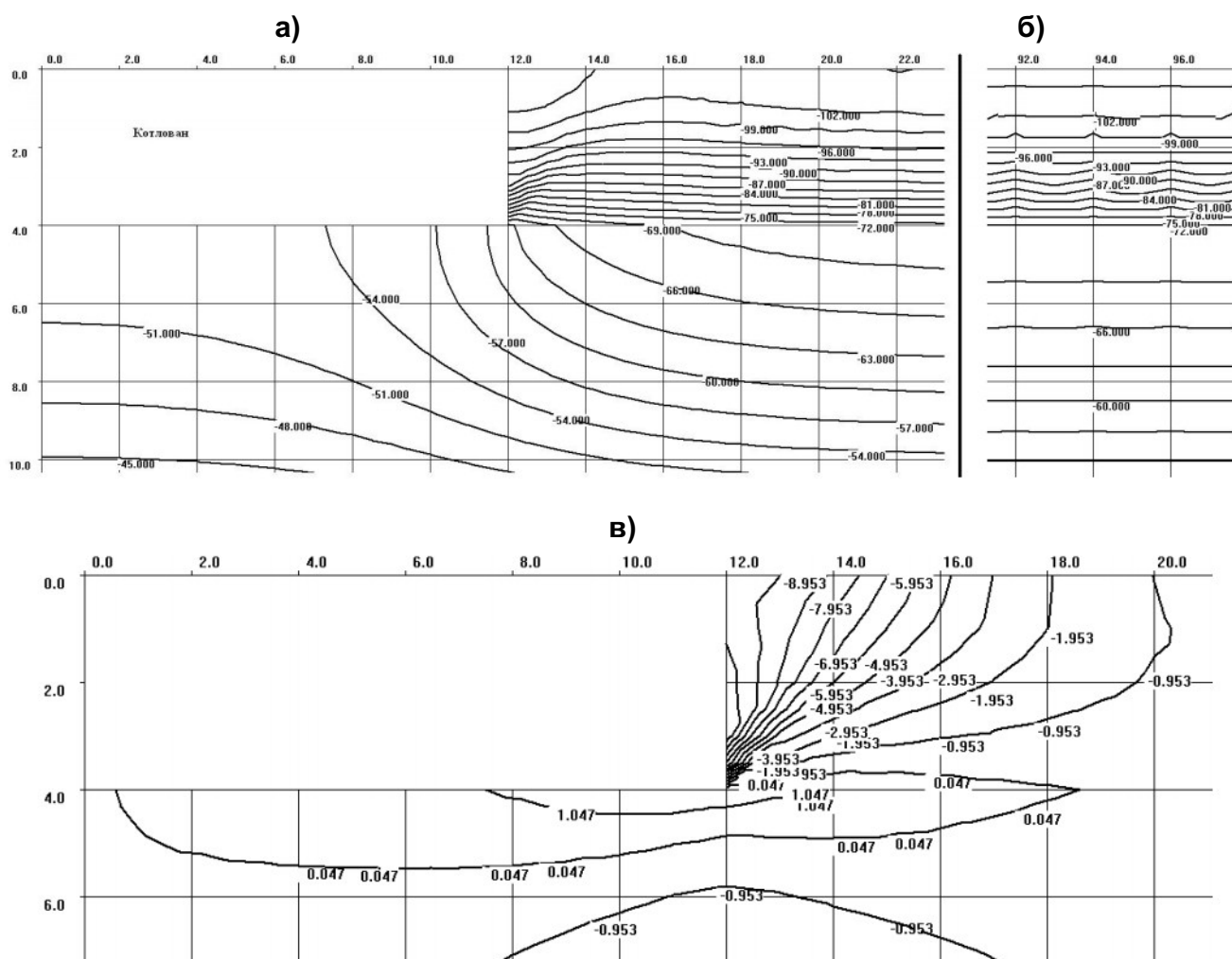


Рис. 3. Распределение вертикальных (а, б, мм) и горизонтальных смещений (в, мм)

Другим случаем формирования ПОЗ являются вышеупомянутые активные геологические разломы [1]. Геодезический мониторинг необходимо выполнять в местах их пересечения с трубопроводами. Ниже приведем оценку влияния разлома, расположенного вблизи котлована, из которой можно также сделать вывод о влиянии сугубо разлома на деформирование земной поверхности и соответственно трубопровода.

Наличие разлома создает ситуацию, когда при каком-либо возмущении (строительство различных объектов или природно-техногенный фактор, например, процесс миграции или фильтрации воды) грунты могут перемещаться по сместителю. При этом ввиду небольшой протяженности в плане сместителей (не

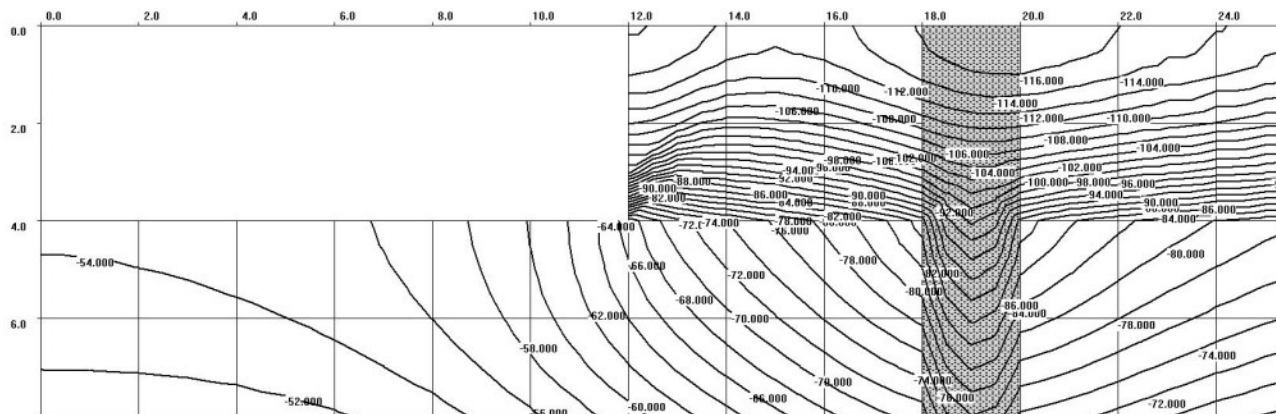
более 1 км) наиболее существенными будут перемещения в вертикальном направлении. Эти выводы подтверждаются расчетами.

Ниже показан результат моделирования вертикальных перемещений земной поверхности при наличии котлована и разлома. Область разлома смоделирована породами со свойствами, подобными техногенным супесям, а сцепление верхнего слоя принято равным 30 КПа. Как видно из рассмотрения рис.4, разность вертикальных смещений по обеим сторонам разлома не превышает 2 мм.

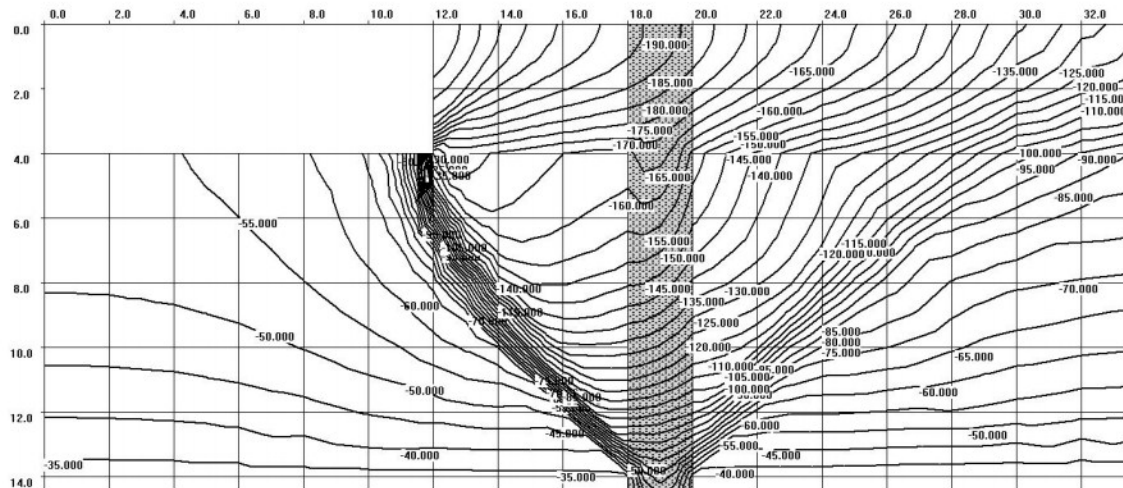
Однако если  $C=0,01$  МПа (суглинков), то смещения будут весьма значительны – указанная разность будет измеряться в см (рис.5). Возвращаясь к вопро-

су об отнесении к потенциально-опасной зоне участков пересечения трубопровода и разлома (без участия процесса строительства) следует отметить, что, как было замечено выше, сам факт наличия разлома обуславливает облегченное перемещение по сместителю. С учетом весьма сложной картины геологиче-

ского строения [1, 3] и в этой связи возможных аномалий геологического или гидрогеологического характера, которые будут оказывать влияние на деформационный процесс пород, участки пересечений трубопровода и разлома следует отнести к потенциально-опасным зонам.



**Рис.4. Распределение вертикальных смещений (мм, наличие области разлома, сцепление суглинков 30 КПа)**



**Рис. 5. Распределение вертикальных смещений (мм, наличие области разлома, сцепление суглинков 10 КПа)**

Таким образом, проведенное более детальное рассмотрение позволяет говорить о правомерности и эффективности организации геодезического мониторинга лишь в ПОЗ. При этом геодезический контроль деформаций трубопроводов подземного заложения предлагается выполнять по смещениям земной поверхности, которые позволят на ранних стадиях обнаруживать опасные деформации и предупреждать аварийные ситуации.

Среди многочисленных методов контроля состояния среды особое место занимают геодезические методы [4-7], позволяющие не только качественно, но и количественно оценить возникающие деформации земной поверхности и расположенных на ней и под ней различных строений и сооружений. Разработанные в последние годы подходы, основанные на высокоточных спутниковых методах координатных определений, открыли возможность организации эффективного геодезического мониторинга, позволяющего практически непрерывно и в самых разнообразных физико-географических условиях отслеживать те или иные деформации на миллиметровом уровне точности.

В процессе наблюдений за деформациями определяются величины вертикальных смещений (оседаний, просадок, подъёмов) и горизонтальных смещений (сдвигов, сдвижений) земной поверхности.

Для геодезических наблюдений за вертикальными смещениями закладываются рабочие репера, по которым проводится высокоточное геометрическое нивелирование с использованием прецизионных цифровых нивелиров. Разностные значения высотных отметок реперов, получаемые при каждом последующем цикле измерений, дают возможность анализировать абсолютные величины деформаций и скорости их изменений. Для наблюдений за горизонтальными смещениями применяются геодезические высокоточные роботизированные станции, электронные тахеометры, GPS.

Организация геодезического мониторинга в ПОЗ может быть выполнена по следующей методике, которая предполагает выполнение следующих видов работ:

1. Создание планового и высотного обоснования:
  - рекогносцировка имеющихся реперов в районе производства работ, обследование их состояния с целью построения планово-высотной сети и обеспечения наблюдений между реперами сети по стандартной схеме в каждом повторном цикле;
  - изготовление и закладка новых реперов.
2. Задание начала системы координат в виде координат одного репера, выбранного в качестве исходного.
3. Высокоточные геодезические измерения на

## ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

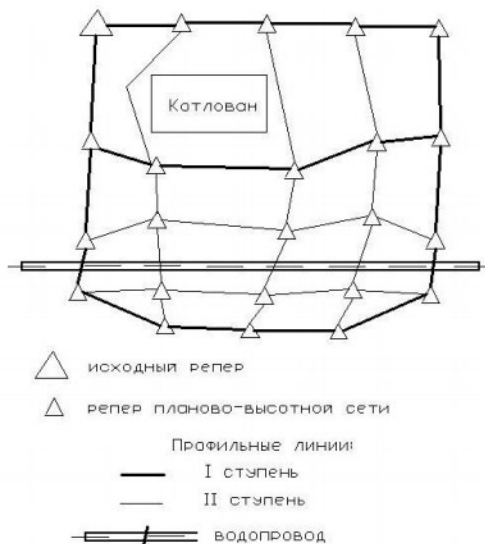
реперах планово-высотной сети в единой системе координат для всех повторных циклов с точностью, необходимой для обеспечения наблюдений за осадками (нивелированием I класса) и горизонтальными смещениями.

4. Контроль устойчивости реперов по вертикальным и горизонтальным смещениям.

5. Камеральная обработка выполненных измерений.

При выборе мест закладки реперов планово-высотной сети целесообразно применять типовую схему, которая позволяет использовать единую методику наблюдений на различных участках. При этом упрощаются организация, производство и обработка наблюдений. Однако типовая схема должна быть достаточно гибкой и оптимизировать комплекс работ на конкретном участке.

С учетом целей и задач наблюдений сети на участках строят в две ступени: первая — сравнительно редкая сеть пунктов, размещаемых, как правило, на концах профильных линий, в местах, где будет обеспечиваться сохранность и неподвижность знаков (сюда же включаются знаки на пересечениях профильных линий); вторая — основная масса знаков, расположенных по профильным линиям приблизительно в створе между реперами первой ступени. Кроме того, на участке закладывают исходный глубинный репер, используемый для привязки и ориентирования сети. Схема деформационной сети для случая нового строительства, построенная по описанной методике, представлена на рис.5.



**Рис.5. Схема деформационной геодезической сети для случая нового строительства в районе водопровода**

Основным элементом при построении сети на участке наблюдений является отрезок профильной линии с реперами первой ступени на его концах. Реперы выбирают так, чтобы хотя бы на одном из них была видимость на все знаки данного отрезка. При определенных условиях (например, пересечение

разломов) можно построить сеть, состоящую из отрезков профильных линий с обеспечением при этом оптимального объема наблюдений.

Методика определения координат реперов первой ступени и оценки стабильности исходных реперов зависит от топографии участков и производится по известным способам.

Геодезические наблюдения на участках геологических разломов выполняют по профильным линиям, расположенным вкрест сместителя разлома, и включают в себя периодическое определение вертикальных смещений. На участках строительства наблюдают и вертикальные, и горизонтальные смещения.

По результатам наблюдений за деформациями составляется техническое заключение о состоянии и прогнозе развития выявленных деформаций, вырабатываются рекомендации по проведению соответствующих мероприятий, предупреждающих негативные последствия критических деформаций.

Приведенная методика организации геодезического мониторинга экономична и позволяет на ранних стадиях развития деформационного процесса увидеть неблагоприятный его сценарий, принять меры и контролировать безопасные условия эксплуатации подземных трубопроводов.

### Литература

1. Мельников Е.К., Шабаров А.Н. Оценка роли геодинамического фактора в аварийности трубопроводных систем // Записки Горного института. - 2010. - №188. - С.203-206.
2. Дашко Р.Э. Геотехническая диагностика коренных глин Санкт-Петербургского региона (на примере нижнекембрийской глинистой толщи) [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Реконструкция городов и геотехническое строительство». - 2000. - №2.
3. Мустафин М. Г. Оценка влияния скорости продвижения очистного забоя на изменение динамики нагружения краевых частей выработки и характер сдвижения подработанного массива горных пород. СПб, ВНИМИ, 2006. - С. 172-177.
4. РД 07-166-97. Инструкция по наблюдениям за сдвигами земной поверхности и расположенными на ней объектами при строительстве в Москве подземных сооружений. - М, 2002. - 35 с.
5. Савиных Р.П., Ямбаев Х.К., Генике А.А., Лобазов Р.Я. Геодезический мониторинг по выявлению опасных деформационных процессов на территории крупных городов // Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции «Интеграция фундаментальной науки и высшего образования (состояние и перспективы)», г. Самара, 21-24 сентября 1998 г., С. 50-52.
6. СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 1998. — 60 с.
7. СТО 36554501-008-2007. Обеспечение сохранности подземных водонесущих коммуникаций при строительстве (реконструкции) подземных и заглубленных объектов. - М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007.

Евгений Константинович Мельников, к.т.н, вед. научн. сотр. лаборатории геодинамики, тел. (812) 321-9609, E-mail: Panova\_I@rambler.ru;  
 Мустафин Мурат Газизович, д.т.н, проф., зав. кафедрой Инженерной геодезии, тел. (812) 328-86-84, E-mail: mustafin\_m@mail.ru;  
 Мария Михайловна Снарцева, аспирант кафедры Инженерной геодезии, тел. (812) 328-84-13, E-mail: js185@yandex.ru  
 (Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»)

УДК 528.4; UDC 528.48

Т.Н.Малик, В.Г.Бурачек

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВИЗИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ**

Описан метод повышения точности визирования приборов фотоэлектрической связи за счет создания устройства оптико-электронной связи приборов в двойной фотоэлектрической цепи (ДФЭЦ).

**Ключевые слова:** двойная фотоэлектрическая цепочка; контроль высотных отметок; фотоэлектрическая связь; субпиксельная технология.



Т.Н.Малик



В.Г.Бурачек

**Постановка проблемы.** Существующие способы или методы визирования, например, визуальный или фототеодолитный, имеют массу недостатков:

большой объем ручных (визуальных) измерений и настроек приборов, сложность использования этих методов при автоматическом или при автоматизированном мониторинге сооружений и др. Описанный в статье способ повышения точности визирования устройств фотоэлектрической связи открывает перспективы существенного повышения точности визирования за счет использования субпиксельной технологии измерений в условиях оптико-электронной связи приборов двойной фотоэлектрической цепочки (ДФЭЦ).

**Обзор предыдущих публикаций**

Известные способы визирования:

– визуальный, с помощью оптической зрительной трубы [5], при этом используют методы визирования зрительной трубой нивелира, теодолита и т.д., где для визирования используют сетку нитей и шкалы с вертикальными и горизонтальными нитками;

– фототеодолитный метод, при котором выполняют визирование мишенью фотоприемного устройства по горизонтальному или по вертикальному штриху, а также по изображению точки [6].

При фототеодолитном способе визирования используется фотоэлектрическая связь между лучом визирования и ПЗС матрицей, на мишень которой этот луч попадает.

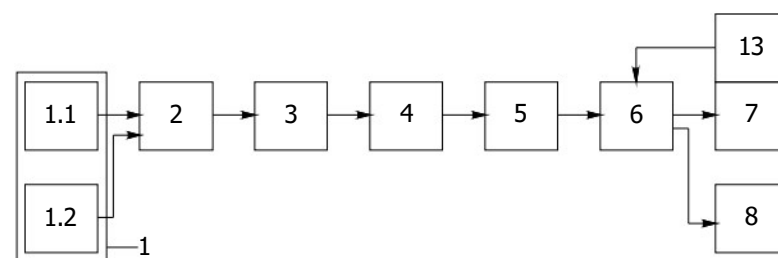
Устройство для контроля положения элементов инженерного сооружения [1, 2] позволяет обеспечить измерение текущих координат деформационных марок инженерного сооружения, при этом, вследствие ограниченных возможностей схемы «объектив-матрица», точность измерения углов приборами с использованием ДФЭЦ будет недостаточно высокой (при фокусном расстоянии  $f=200$  мм и размере стороны пикселя 0,01 мм точность отсчета составит в лучшем случае 10 угловых секунд).

В [2] описан способ контроля высотного положения деформационных марок, который основан на фотоэлектрической регистрации относительного положения трех смежных марок, отличается тем, что фотоэлектрическое измерительное устройство (ФЭУ)

жестко соединяется с конструкцией деформационной марки, световые излучатели соединяют также с соседними по обе стороны от ФЭУ деформационными марками, а световые потоки от световых излучателей направляют в объектив ФЭУ и измеряют разницу угловых отклонений изображения световых излучателей в поле зрения ФЭУ. При этом для повышения точности применяют оптический клин, вращающийся вокруг оптической оси ФЭУ. Изображение источника света на мишени матрицы смежного ФЭУ описывает окружность. По положению точки на окружности определяют центр окружности на мишени.

В данном случае решается задача контроля высотных отметок деформационных марок. Решение основывается на фотоэлектрической регистрации относительного положения трех смежных марок ФЭУ с перестановкой на соседнюю марку по направлению хода. Аналогично переставляются световые излучатели на соседние марки и выполняются измерения. Дальше повторяют описанные операции по всему ходу, а по полученным разностям угловых отклонений изображений световых излучателей на всех деформационных марках, включая марки на опорных реперах, рассчитывают и уравнивают значения высотных отметок деформационных марок и сравнивают эти значения с полученными измерениями в предыдущем очередном цикле.

На рис.1 изображена блок-схема приборной реализации способа контроля высотного положения деформационных марок: 1 – световые излучатели (1.1 – левый, 1.2 – правый); 2 – призмный светоделительный блок; 3 – сканирующий блок с клином и механизмом привода; 4 – объектив; 5 – дискретный фотоанализатор (например, ПЗС матрица); 6 – электронный блок обработки информации; 7 – блок индикации; 8 – блок записи и хранения информации.

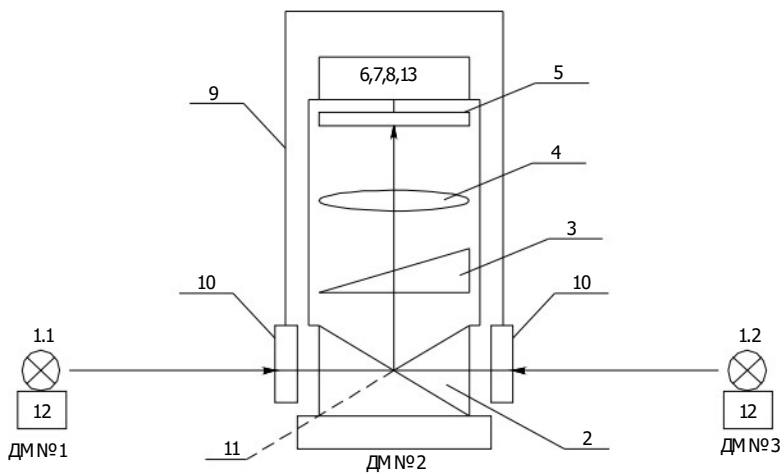


**Рис. 1. Блок-схема приборной реализации способа контроля высотного положения деформационных марок**

На рис.2 показано схематически конструктивное

## ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

выполнение прибора для контроля высотного положения деформационных марок, где обозначено: 1 – корпус фотоэлектрического измерительного устройства (ФЭУ); 2 – блок шторок с механизмом поочередного «открытия-закрытия»; 3 – прецизионная соединительная основа устройства; 4 – прецизионная соединительная основа светового излучателя; 5 – клавишное устройство.



**Рис. 2. Схематическое конструктивное изображение устройства для контроля высотного положения деформационных марок**

Блоки ФЭУ 2-8, 10, 11, 13 смонтированы в едином корпусе 9, прецизионным основанием 11 установлены и соединены с соответствующим точным механизмом деформационной марки (ДМ) на данной точке. На смежных нивелирных точках на таких же точных механизмах ДМ установлены своими основаниями 12 излучатели света 1 (1.1 и 1.2).

Технология контроля отметок ДМ осуществляется с помощью описанного устройства следующим образом.

Контроль начинают от опорного репера нивелирного хода (опорной ДМ №1), на котором устанавливают световой излучатель 1.1; на ДМ №2 устанавливают ФЭУ; на ДМ №3 устанавливают световой излучатель 1.2 (рис.2).

При включении ФЭУ и световых излучателей 1.1 и 1.2 световые потоки от последних попадают через светоделительный блок 2 и сканирующий блок 3 в объектив 4. Объектив 4 формирует изображение световых излучателей 1.1 и 1.2 в приемной плоскости фотоанализатора 5. Блок шторок 10 поочередно открывает шторки, пропуская световой поток то от светового излучателя 1.1, то от светового излучателя 1.2, при этом сканирующий блок 3 вращается вокруг вертикальной оси клина за счет механизма привода, который обеспечивает сканирование световым лучом (1.1 и 1.2 поочередно) плоскости фотоанализатора 5 и тем самым позволяет существенно повысить точность фиксации положения изображения световых излучателей 1.1 и 1.2 относительно оптической системы блоков 2, 4, 5.

Данные измерений положения световых лучей 1.1 и 1.2 в блоке 5 попадают в блок 6, где определя-

ются угловые координаты вертикальных направлений «световой излучатель 1.1 – объектив 4 (через светоделитель 2)» и «световой излучатель 1.2 – объектив 4 (через светоделитель 2)» и вычисляют вертикальный угол между этими направлениями. Эти данные поступают в блок 8. В память блока 6 введены данные предыдущего контроля этих же ДМ, при этом номера ДМ вводят через клавишное устройство 13 блока индикации 7, и на табло последнего высвечивается величина отклонения измеренного вертикального угла от полученного во время предыдущего контроля.

После выполнения работы на ДМ №№1, 2, 3 переставляют ФЭУ и световые излучатели 1.1 и 1.2 на следующие марки нивелирного хода – на №№2, 3, 4 (ФЭУ на №3). Все выше описанные операции повторяют, а потом переходят на ДМ №№3, 4, 5; 4, 5, 6; ...; n-2, n-1, n, где n – опорный репер.

В процессе измерений обращают внимание на величины отклонений измеренных вертикальных углов от углов, полученных на предыдущих этапах контроля и сравнивают с установленным допуском. Данные со всего контрольного хода (измеренные вертикальные углы) с блока 8 вводят в компьютер вместе с отметками реперов ДМ №1 и ДМ №n и вычисляют исправленные превышения для каждой ДМ (с учетом распределения поправок за невязки в ходе), а также выполняют оценку точности полученных результатов.

Недостатком представленного выше технического решения является присутствие механических деталей, которые понижают надежность устройства и увеличивают время измерений. В связи с этим необходимо поставить задачу создания устройства, обеспечивающего точность и надежность оптоэлектронной (ОЭ) связи приборов при их взаимном визировании, уменьшение габаритов ОЭ каналов и исключение механических связей.

**Постановка задания.** Целью работы является исследование способа повышения точности визирования устройств фотоэлектрической связи.

**Методика исследования.** Новое устройство содержит цепочку фотоэлектрических двухканальных приборов с взаимным визированием на источники света друг к другу попарно, отличается тем, что вокруг оправы объектива каждого ОЭ канала прибора цепи смонтирована кольцевая полоса из источников света (светодиодов), при этом в схему каждого прибора вмонтирован электронный блок управления включением и выключением источников света.

Схема устройства ОЭ связи приборов в ДФЭЦ изображена на рис. 3, где обозначено: 1 – объективы ОЭ каналов А и В; 2 – ПЗС матрицы каналов А и В; 3 – световые элементы кольцевых источников света; 4 – защитные бленды; 5 – световые лучи (потоки), попадающие на объективы: на объектив 1 канала А от световых элементов 3 канала В и наоборот – на объектив 1 канала В от световых элементов 3 канала А; 6 – ПЗС матрица каналов, стыкующихся с каналом А механически; 7 – ПЗС матрица каналов, стыкующихся с каналом В механически.



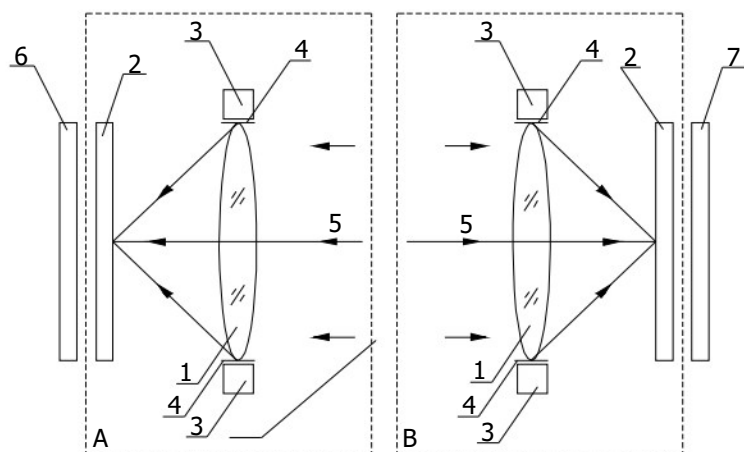


Рис.3. Схема устройства ОЭ связи в ДФЭЦ.  
А и В – смежные каналы ДФЭЦ

На рис.3 схематически показаны два смежных канала ДФЭЦ: слева (канал А) и справа (канал В) на чертеже.

ОЭ канал А левого прибора и также канал В правого прибора осуществляют оптико-электронную двухкоординатную взаимосвязь друг с другом по осям Y и Z (третья координата по оси X осуществляется дальномерной схемой прибора ДФЭЦ) [1].

Определение координат центров колец выполняется по следующей схеме, изображенной на рис. 4. На рис. 4 изображены в аксонометрии основные элементы ОЭ канала В: 1 – объективы ОЭ каналов А и В; 2 – ПЗС матрицы каналов А и В; 3 – световые элементы кольцевых источников света; 4 – защитные бленды; 5 – световые лучи (потоки), попадающие на объективы: на объектив 1 канала А от световых элементов 3 канала В и наоборот – на объектив 1 канала В от световых элементов 3 канала А; 6 – ПЗС матрица каналов, стыкующихся с каналом А механически; 7 – ПЗС матрица каналов, стыкующихся с каналом В механически; 8 – блок обработки информации; 9 – блок управления последовательным включением и выключением источника света кольцевой полосы; 10 – блок управления верхнего уровня участка ДФЭЦ.

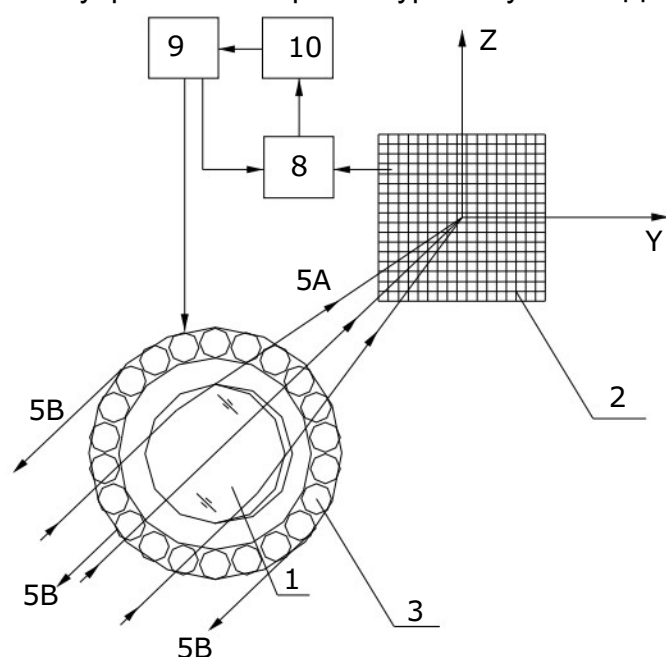


Рис. 4. Схема элементов оптико-электронного канала В

Электрический выход блока 10 соединен с электрическим входом блока 9. Выход блока 9 соединен с входом блока светового кольца 3. Выход матрицы 2 электрически соединен с входом блока 8. Второй выход блока 9 также соединен с блоком 8. Выход блока 8 соединен со входом блока 10.

Устройство функционирует следующим образом.

В каждом приборе ДФЭЦ по команде блока верхнего уровня управления 10 блок 9 формирует управление движением светового сигнала индекса и контролирует работу колец 3 световых источников.

Изображение световой точки (индекса) при включении световых элементов источника 3 канала А описывает окружность на мишени матрицы 2 канала В. Одновременно световые лучи 5 канала В от источника 3 канала В через объектив 1 канала А фокусируются в виде изображения точки (индекса) на матрице 2 канала А и описывают окружность по вышеприведенной схеме, дальше координаты каждой точки этой окружности посылаются на блоки обработки информации 8, где определяются координаты описанных окружностей.

Координаты каждой позиции источников световых колец 3 посылаются в блок обработки информации 8, где определяются координаты центров описанных колец, которые с блока 8 передаются в блок 10.

Изображение светового индекса при перемещении на мишени матрицы (оси Y, Z) по окружности с радиусом  $r$  пересекает границы между пикселями (границами строк и столбцов пикселей матрицы).

Основные требования к прибору (ДФЭЦ) связаны с условиями работы ДФЭЦ [1], заданной точностью измерения величин отклонения конструкции, с диапазоном возможных угловых и линейных деформаций оснований для установки приборов, определяющих поле зрения приборов и другими факторами.

Также достаточно важными являются требования минимизации габаритов приборов. Понятно, что создание прибора с малыми габаритами обуславливает:

- минимизацию фокусного расстояния  $f_1$  прибора;
- размещение элементов ДФЭЦ (ОЭ каналов и световых марок-индексов) на одной прямой линии.

Таким образом, необходимо решать задачу с противоречивыми условиями: достижением высокой точности и уменьшением фокусных расстояний приборов ДФЭЦ.

Можно предварительно сформулировать основные характерные особенности прибора ДФЭЦ:

- малое поле зрения (не больше  $30' - 1^\circ$ );
- ограничение фокусного расстояния ( $f_1 = 100$  м и меньше);
- точность взаимного визирования (для разных вариантов от  $0,5''$  до  $5''$ );
- неконтролируемое угловое смещение оси прибора ( $\sim 5 - 10'$ ).

Для случая оптико-электронного визирования, в отличие от задачи распознавания объектов, решается задача измерения положения объекта с известными размерами и ориентированием его изображения на матрице. Это обуславливает возможность и необ-

## ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

ходимость использования субпиксельных методов визирования.

Рассмотрим вопрос точности определения центра данной окружности. На рис.5 показано размещение внешней границы окружности световой полосы, описанной изображением источника света, движущегося на мишени матрицы. Примем размер изображения источника света в радиальном направлении в несколько пикселей, чтобы световая полоса на мишени покрывала как минимум 2-3 пикселя. Обратим внимание на зоны мишени в районе точек касания внешней окружности касательными, параллельными линиям строк и столбцов.

Очевидно, что наиболее полное изменение освещенности пикселей, перпендикулярное пути изображения светового индекса, будет иметь место в зонах строк вблизи оси Y и в зонах столбцов вблизи оси X. Применяя субпиксельную технологию для оценки положения вышеуказанных участков окружности с аппроксимацией функции  $f_x \leq \frac{\partial x}{\partial y}$  и  $f_y \leq \frac{\partial y}{\partial x}$  с учетом

засвечивания пикселей по методу, аналогично описанному в [3], находят точки пересечения окружности строк и столбцов, вычисляют эксцентриситеты  $\varepsilon_x$  и  $\varepsilon_y$ , а также точное положение центра окружности, которое принимают для расчетов углов в ДФЗЦ.

На рис.5 изображено положение полосы окружности засвечивания пикселей, движущихся по окружности, изображением индекса на матрице для каждого из четырех пикселей, а все другие пиксели этих внешних строк засвечивания менее чем на  $0,5p^2$  (рис.5), где  $p$  – сторона квадрата пикселя, очевидно, что засвечивание пикселей в зонах I-IV попарно симметричны относительно центра и площадь засвечивания крайних пикселей составляет  $0,5p^2$ . В строках при внешней границе полосы показаны штриховкой.

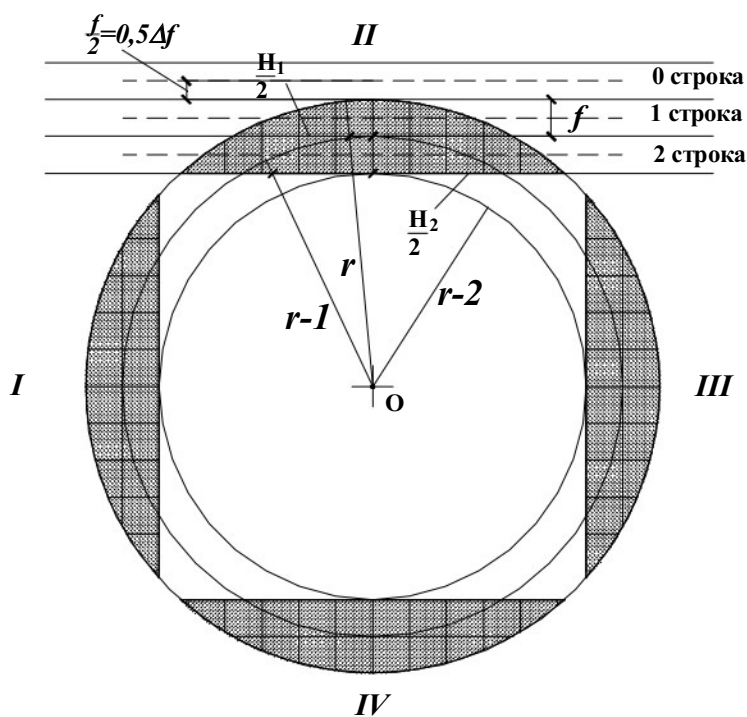


Рис.5. К определению центра окружности

Если использовать двоичную систему счета засвеченных пикселей с засветкой, то будем считать, что пиксели с площадью засветки  $\geq 0,5p^2$  соответствуют «1», остальные пиксели будем считать не засвеченными, т.е. «0», что будет соответствовать  $< 0,5p^2$ .

Также на рис. 5 очевидно, что крайний радиус внешней окружности с целым числом пикселей. Таким образом  $r=n \times p$ , а крайние пиксели имеют засветку 1 или 0.

При смещении по направлению оси I–III в границах одного пикселя будет наблюдаться увеличение числа засвеченных пикселей в строках зоны III, близких к внешней окружности, а также уменьшение засвеченных пикселей в строках зоны I.

Для определения связи между конфигурацией засвеченных пикселей мишени, например, в зонах I–III, II–IV и значением координат центра окружности  $X_0$ ,  $Y_0$  можно применить формулу зависимости числа засвеченных пикселей в крайних столбцах (строках) для 2-3 строки и радиуса внешней окружности, приняв строку засвеченных пикселей за хорду, при этом

$$H = 2\sqrt{2rf - f^2}$$

где  $H$  – длина хорды,  $r$  – радиус внешней окружности и  $f$  – стрела прогиба (все значения в пикселях).

В табл.1 представлены значения засвеченных пикселей в строках (счет строк от линии окружности).

Таблица 1

### Значения засвеченных пикселей в строках

Смещение $\Delta f$	Количество пикселей в строке (величина хорды H)		
	0 строка	1 строка	2 строка
0.0	0.00	37.42	64.81
0.1	0.00	40.99	66.93
0.2	0.00	44.27	68.99
0.3	0.00	47.33	70.99
0.4	0.00	50.20	72.94
0.5	0.00	52.92	74.83
0.6	16.73	55.50	76.68
0.7	23.66	57.97	78.49
0.8	28.98	60.33	80.25
0.9	33.47	62.61	81.98
1.0	37.42	64.81	83.67

Выбор величины  $H$  зависит от заданной точности определения центра окружности при значениях стрелки прогиба (т.е. смещения центра внешней окружности) по оси I–III или II–IV в границах одного пикселя и при значениях радиуса окружности  $r=250p$  и наблюдается вышеприведенный эффект изменения количества засвеченных пикселей в крайних строках. Чувствительность данной субпиксельной технологии в конкретном случае  $\Delta N_{I-III} = N_I - N_{III}$  и  $\Delta N_{II-IV} = N_{II} - N_{IV}$  составляет как минимум две единицы ( $u=2p$  при смещении центра окружности на 0,1 пиксель). Используя двоичную систему расчетов пикселей, возможно получить точность определения дробной части величины расстояния от внешней окружности к ее центру с

точностью не хуже 0,05 пикселей и определить координаты центра внешней окружности по данной оси.

Полученные значения центров засвеченных окружностей в виде электронных кодов передаются в блоки 10 ДФЭЦ (рис.4) (поступают данные с результатами визирования всех каналов приборов ДФЭЦ) и используют в системе обработки информации на уровне сети ДФЭЦ, где определяют пространственное положение всех деформационных марок сооружения с помощью ДФЭЦ.

Таким образом, представленная технология визирования в ДФЭЦ позволяет существенно повысить точность взаимной оптико-электронной связи приборов ДФЭЦ, их надежность и компактность конструкции.

Вывод: в статье показана перспектива существенного повышения точности за счет применения субпиксельной технологии измерений в условиях оптико-электронной связи приборов двойной фотоэлектрической цепочки. При этом обоснованы чувствительность и точность субпиксельной оценки комбинаций сигналов от пикселей на ПЗС матрицу для варианта визирования световым кольцом.

## Литература

1. Бурачек В.Г., Боровий В.О., Крисенко М.В., Шульц Р.В. Концепція геопросторового моніторингу інженерних споруд в аспекті техногенної безпеки //Вісник Криворізького технологічного університету. – 2006. - №12, - с. 202-207.
2. Патент України на винахід № 82247. Пристрій для контролю положення елементів інженерної споруди. Винахідники: Боровий В.О, Бурачек В.Г, Крисенко М.В., Рябчій В.В., Шульц Р.В. Опубл 25.03.2008, Бюл. № 13.
3. Патент України на винахід № 95449. Спосіб контролю висотного положення деформаційних марок. Винахідники: Білоус М.В., Бурачек В.Г., Крячок С.Д., Малік Т.М. Опубл. 10.08.2011, Бюл. №15.
4. Бурачек В.Г., Беленок В.Ю., Зацерковний В.І. Аналіз можливості підвищення якості дешифрування аерокосмічних знімків //Вісник Чернігівського Державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2010. – №42. – С. 204-212.
5. Чеботарев А.С., Селиханович В.Г., Соколов М.М. Геодезия. ч. II. - М.: Геодезиздат, 1962. - 544 с.
6. Баран П.И., Видуев Н.Г., Войтенко С.П., Полищук Ю.В., Шевердин П.Г. Справочник по инженерной геодезии. - К.: Вища школа, 1978. - 376 с.

*Татьяна Николаевна Малик, ст. преподаватель Университета новейших технологий, тел.+380506494575, E-mail: ved-ma@ukr.net;  
Всеволод Германович Бурачек, проректор по научной работе Университета новейших технологий, доктор технических наук, профессор, тел. +380672390983, E-mail: vbur2008@ukr.net*

УДК 622.1:528.4.06

Г.П.Жуков

## О СПРАВОЧНИКЕ МАРКШЕЙДЕРА

Представлена информация об обновленном справочнике маркшейдера, подготовленном к зданию в текущем 2013 г., приведено его содержание и кратко рассмотрены основные разделы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** производство маркшейдерских работ; справочник маркшейдера; современные маркшейдерские приборы и инструменты; учет запасов и потерь полезных ископаемых; сдвигание горных пород; геометризация месторождений; горная графическая документация; вычислительная техника.



Справочник по маркшейдерскому делу под редакцией профессора А.Н.Омельченко является наиболее поздним изданием и датируется 1979 г. Этот справочник, подготовленный в основном учеными ВНИМИ, за прошедшие годы стал раритетом. Вместе с тем существенные изменения произошли в технике и технологии выполнения маркшейдерских работ. Так, что потребность в такого рода литературе вполне очевидна.

Новый Справочник маркшейдера подготовлен коллективом научных сотрудников Научного центра геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Горный университет), преподавателями Горного университета и Южно-Российского государственного технического университета, сотрудниками Института проблем комплексного освоения недр РАН, ВНИМИ, Союза маркшейдеров России и ОАО «СУЭК Красноярск».

Среди авторов справочника (17 человек) пять докторов наук, девять кандидатов наук и три высококвалифицированных инженера.

Справочник содержит титульный лист, аннотацию, предисловие, 32 раздела, предметный указатель и оглавление. Всего 1014 страниц компьютерного текста, в том числе 199 таблиц, 461 рисунок и список литературы из 253 названий.

Маркшейдерская служба в сфере горного производства является одной из ведущих инженерных служб. На нее возложены актуальные и ответственные задачи в области маркшейдерских измерений и картирования, геометризации и рационального использования недр, в изучении и прогнозировании горно-геологических условий горных разработок, охраны наземных природных и искусственных объектов и горных выработок от вредного влияния горных разработок, в области изучения процессов сдвигания горных пород и проявлений горного давления, учета запасов и объемов выполненных горных работ, в решении различных текущих инженерных задач и контрольных функций по вопросам охраны недр, окру-

## ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

жающей среды и безопасного ведения горных разработок. При этом только хорошо организованная, наделенная определенными правами, укомплектованная квалифицированными кадрами и необходимым штатом, технически оснащенная маркшейдерская служба в состоянии оперативно и технически правильно решать все возложенные на нее задачи.

Горные предприятия оснащаются современными отечественными и импортными приборами и инструментами: высокоточными оптическими и электронными теодолитами и тахеометрами, лазерными нивелирами, гирокомпасами, фотограмметрическим оборудованием, компьютерами, измерительными и вычислительными комплексами. В связи с этим важнейшими областями маркшейдерского дела на современном этапе его развития являются:

- новые измерительные и вычислительные средства и способы, включая создание цифровых карт и планов на основе современных ГИС-технологий;
- современные способы хранения геолого-маркшейдерской документации;
- системы дистанционного измерения подземных и открытых горных выработок;
- подсчет запасов и контроль за потерями при добыче полезных ископаемых;
- изучение проявлений горного давления и сдвига пород, вызванных горными работами;
- мероприятия по охране окружающей среды на территории проведения горных работ;
- восстановление (рекультивация) почвы, нарушенной горными работами;
- проведение мероприятий при ликвидации (консервации) горных предприятий;
- контроль соблюдения права собственности на недра, горного и земельного отводов и др.

Все это привело к существенным изменениям в методике и технике маркшейдерских работ. Кроме того, введены новые технические нормативы на производство маркшейдерских работ.

При подготовке настоящего издания Справочника маркшейдера авторский коллектив стремился учесть все новое и передовое в теории и практике маркшейдерского дела.

В описании маркшейдерских приборов основное внимание уделено отечественным и зарубежным оптическим и электронным теодолитам и тахеометрам, новейшим конструкциям нивелиров, гирокомпасам, ультразвуковой аппаратуре, указателям направлений с лазерным источником света, GPS-аппаратуре (отечественный аналог - Глонасс), лазерным сканирующим устройствам и т.д.

В связи с прогрессивными изменениями в технологии строительства горных предприятий изложены методы маркшейдерских работ при возведении

башенных копров, сооружений глубоких шахтных стволов и монтаже высокопроизводительных подъемных установок.

Вопросы учета движения запасов, учета и нормирования потерь полезных ископаемых изложены в соответствии с принятыми классификациями запасов и потерь и утвержденной новой «Отраслевой инструкцией по учету балансовых и расчету промышленных запасов, определению, нормированию, учету и экономической оценке потерь угля (сланца) при добыче». Учтены также основные положения Международной классификации запасов/ресурсов полезных ископаемых.

Особое внимание уделено методам определения размеров потерь полезных ископаемых и оценке влияния уровня потерь на экономические показатели горного предприятия.

Разделы о построении и развитии сетей триангуляции, трилатерации, полигонометрии, нивелирования, а также топографической съемке написаны с учетом внедрения дальномерных измерений применительно к конкретным задачам маркшейдерской службы горных предприятий и в соответствии с новыми требованиями государственных и межотраслевых инструкций. Рекомендуемые в справочнике способы обработки и оценки точности маркшейдерских измерений отражают современные методы вероятностной оценки точности. При этом рекомендовано широкое использование компьютерных технологий.

Маркшейдерским работам вблизи опасных зон, лазерно-сканирующим технологиям съемок, геодинамической безопасности, маркшейдерским работам при ликвидации (консервации) предприятий и др. посвящены специальные разделы, которых не было в предыдущих изданиях.

Приведены основные сведения о применении компьютеров для решения маркшейдерских задач и изготовлении горной графической документации с помощью ГИС-технологий в электронно-цифровом формате. Значительно расширен раздел о съемках открытых разработок полезных ископаемых, подвергся большой переработке раздел о сдвигении горных пород, защите зданий, сооружений и природных объектов при подработке. По новому изложен раздел, посвященный методам геометризации и прогноза горно-геологических показателей месторождений полезных ископаемых.

Издание Справочника маркшейдера предполагается осуществить в серии «Библиотека горного инженера» к концу 2013 г. в г.Москве.

Коллектив авторов надеется, что справочник будет полезен работникам маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий, преподавателям, аспирантам и студентам горных вузов и факультетов и вызовет много откликов и пожеланий для улучшения последующих изданий, которые авторами будут приняты с признательностью.

*Григорий Петрович Жуков, канд. техн. наук, заведующий лабораторией маркшейдерских работ Научного центра геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Горный университет), тел.(812) 321-30-30, E-mail: zhukov\_gp@spmi.ru*

УДК 528:550.482+551:2/3,263

А.А.Каленицкий, Э.Л.Ким, В.А.Середович

## СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПРОВЕДЕНИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА

Рассмотрен вопрос проектирования геодинамических полигонов на месторождениях нефти и газа на основе применения современных геодезических и геофизических методов. Показано, что комплексирование геодезических методов с гравиметрическим методом, являющимся самым малозатратным, быстрым и эффективным, способствует решению задачи по оперативному и достоверному выявлению геодинамических процессов, позволяет значительно сократить сроки выявления опасных в геодинамическом отношении участков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** месторождения нефти и газа; геодинамическое состояние; геодинамический полигон; геодезические и геофизические методы; гравиметрия; комплексная оценка.

В настоящее время становится актуальным получение оперативных и достоверных сведений о геодинамическом состоянии месторождений нефти и газа, расположенных вблизи населенных пунктов и крупных городов, таких как Сургут, Нижневартовск, Нефтеюганск, Пыть-Ях, Ноябрьск, Муравленко, Когалым и т.д.

Наблюдения за геодинамическими процессами в таких районах ведутся в течение продолжительного времени на созданных для этих целей геодинамических полигонах (ГДП).

Проектирование ГДП производится с использованием расчетных максимальных оседаний земной поверхности по данным физико-механических свойств горного массива и коллектора. Пример прогнозного расчета приведен в табл.1 [1]. Величины максимального оседания получены при условии падения начального пластового давления на 3-5 МПа, характерного для месторождений Западной Сибири.

Таблица 1

### Результаты прогноза оседаний для ряда нефтяных месторождений Западной Сибири

Месторождение	Продуктивные объекты	Суммарная мощность, м	Макс. оседание, мм
Усть-Балыкское	БС1-5, БС10	35	122
Мамонтовское	АС4-6, БС8, БС10-11	33	124
Правдинское	БС5-6, БС8-9	20	40
Приобское	АС10-АС12	45	360
Западно-Сургутское	БС1-4, БС10	25	89
Восточно-Сургутское	БС10, ЮС1-1, ЮС2-2	23	45
Родниковое	БС12	10	36
Чумпасское	АВ1, БВ6, БВ18-22	31	124
Ватинское	АВ1-2, БВ8, ЮВ1	24	82

В тоже время, как отмечается [2], «большинство нефтегазовых месторождений – это антиклинальные поднятия, которые, в зависимости от тектонических условий, сформировались в виде складок продольного или поперечного изгибов. Так как эти складки залегают на значительной глубине, то основные напряже-

ния, сформировавшие эти складки в соответствующий геологический период времени, также приложены на этой глубине. Над продуктивными горизонтами с течением времени сформировался слой ламинарного строения, в меньшей степени нагруженный тектоническими усилиями, чем усилиями веса.

С глубиной силы веса возрастают, но в области активного действия тектонических напряжений, которые в данном случае стремятся направить вышележащую толщу пород вверх, соотношение весовой и тектонической компонент напряжений выравнивается. Кроме того, следует иметь в виду, что при формировании антиклинального поднятия продуктивные пласты становятся изогнутыми. При этом верхняя часть изогнутого слоя оказывается в обстановке субгоризонтального растяжения, а нижняя – в обстановке сжатия. Тогда продуктивные пласты, находящиеся в верхней части, будут стремиться укорачиваться в вертикальном направлении, а находящиеся в нижней части – будут удлиняться. Естественно, что продуктивные пласты, залегающие в верхней части (по отношению к нейтральной оси изгиба), будут способствовать увеличению просадки земной поверхности, обусловленной снижением пластового давления, а горизонты, залегающие в нижней части, будут уменьшать общее оседание. Более того, при одновременной эксплуатации нескольких горизонтов, расположенных на различных глубинах (особенно ниже нейтральной оси), возможна ситуация, когда просадки либо вообще не возникнут (характерно для большинства месторождений), либо будет наблюдаться поднятие земной поверхности».

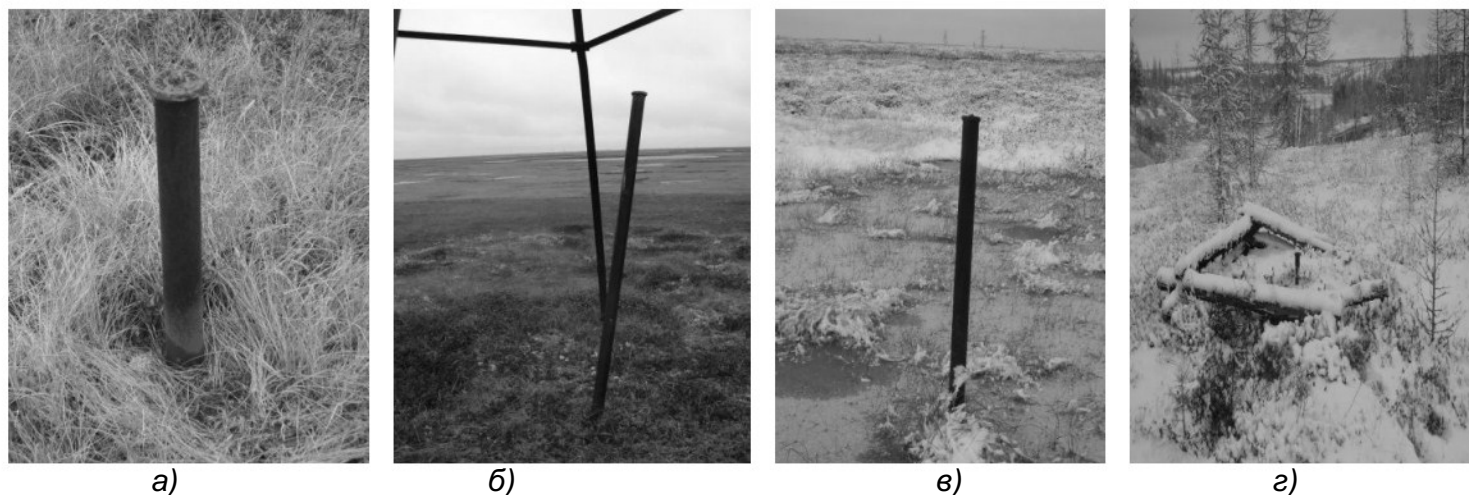
В настоящее время наблюдения за геодинамическими процессами на месторождениях нефти и газа проводятся различными методами, наиболее точными среди которых были и остаются геодезические. Сложилось традиционное представление о способах выявления параметров геодинамических процессов на месторождениях УВ с целью определения горизонтальной и вертикальной составляющей движения земной поверхности (ДЗП), - это высокоточное координирование и высокоточное нивелирование. Иногда применялась и применяется гравиметрия. При этом задачей гравиметрии является определение изменения уклонения отвесной линии и учета его при нивелировании.

Для выявления промышленно опасных участков месторождения выполняются многократные повтор-

## ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

ные координирование и нивелирование по пунктам ГДП с привязкой их к «стабильным» пунктам, на производство которых уходит значительное время, не говоря уже о больших финансовых затратах. А практика работ показывает, в условиях интенсивных разрабо-

ток недр, сложной физико-географической обстановки абсолютной гарантии стабильности пунктов (реперов) нет, особенно в сложных условиях севера Западной и Восточной Сибири (рис.1).



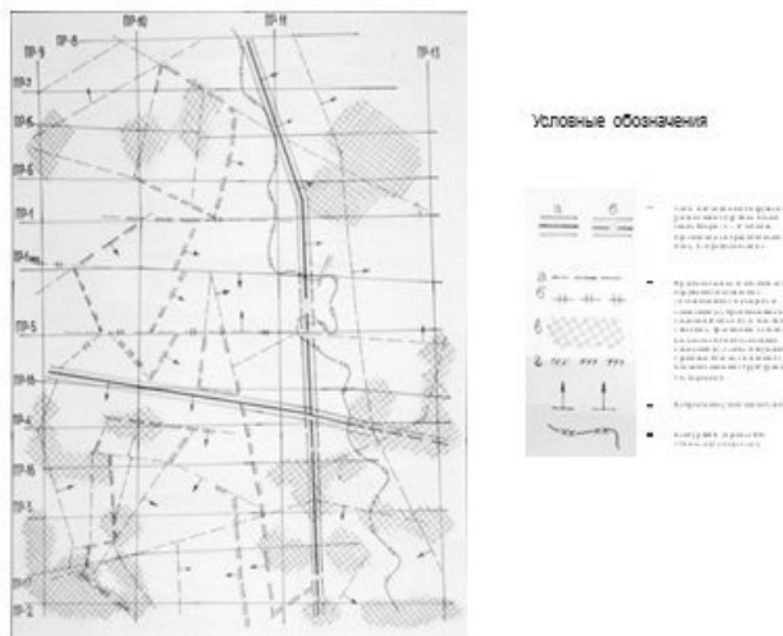
**Рис.1. Вид центров пунктов триангуляции и грунтовых реперов в районе Песцового ЛУ: а) п.т.Еньяха, б) п.т. Юрьяха, в) гр. рп. 8029, г) гр.рп. 559**

Появление новых геодезических средств повлекло за собой лишь уточнение методики измерений, не меняя при этом общего подхода к решению проблемы в целом, а именно: как и прежде для оценки геодинамического состояния изучаемой площади создается одноярусная плановая сеть, между «стабильными» пунктами которой выполняется нивелирование I и/или II класса по взаимно перпендикулярным профильным линиям. При этом, линии нивелирования, как правило, не замыкаются в полигоны. Для выявления признаков техногенной геодинамики выполняются не менее трех циклов наблюдений с промежутками между циклами 1-2 года. Эти факторы в целом отрицательно сказываются на достоверности и оперативности результатов геодинамических исследований.

Между тем комплексное применение геодезических и геофизических методов позволяет значительно сократить сроки выявления опасных в геодинамическом отношении участков.

Решению задачи по оперативному и достоверному выявлению геодинамических процессов способствует комплексирование геодезических методов с гравиметрическим методом, являющимся самым малозатратным, быстрым и эффективным, используемым как при поисках и разведке антиклинальных и рифогенных структур и оценке перспектив их нефтеносности и газоносности [3,4,5,6,7,8], так и при изучении зон дизъюнктивных нарушений, определения формы и положения соляных куполов, выявлении рудных месторождений [9,10,11]. При этом необходимо отметить, что в геосинклинальных областях, особенно, перекрытых рыхлыми отложениями, гравиметрия является одним из основных методов, применяемых при выявлении и картировании тектонических нарушений. Эти возможности гравиметрии наглядно иллюстрируют выявленные тектонические

элементы на Южно-Иусском лицензионном участке по данным гравиразведки [12] (рис.2).



**Рис.2. Схема тектонических элементов по данным гравиметрии на Южно-Иусском лицензионном участке (по Каленицкому А.И., 1991 г.)**

Применительно к специфике условий исследований на месторождениях нефти и газа к возможностям гравиметрии, в частности, можно отнести:

- выявление, картирование и уточнение (совместно с сейсморазведкой) положения разломов в фундаменте и дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле (рис.2, 4);
- определение направления смещений блоков горных пород в фундаменте и осадочной продуктивной толще (рис. 2);
- уточнение контура границ залежей нефти и га-

## ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

за (рис.3);

- определение (уже после первого цикла натуральных измерений) участков повышенной промышленной опасности (рис.4);

- картирование местоположения флюидоподводящего канала жерловой фации в фундаменте;

- корректирование положения расчетных интерпретационных профилей в пределах площади геодезическо-гравиметрического мониторинга в последующих циклах;

- определение интервалов продолжительности и частоты повторения геодезическо-гравиметрических натуральных измерений с целью выявления короткопериодных, в том числе сезонных, вертикальных смещений земной поверхности по расчетным профилям (рис.5);

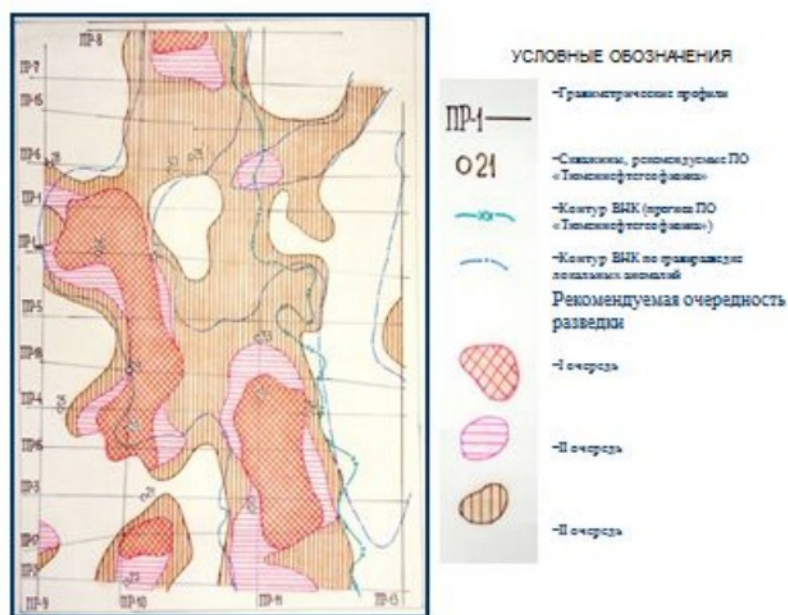


Рис.3. Схема прогноза нефтегазоносности по данным гравиразведки на Южно-Иусском лицензионном участке (по Каленицкому А.И., 1991 г.)

- выработка рекомендаций по объему, детальности и частоте натуральных измерений в последующих циклах геодезическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики и предложений по снижению последствий ее воздействия на устойчивость промышленного и гражданского комплекса, природной среды;

- определение объема перемещения масс в осадочном чехле и, как следствие, оценка его воздействия на устойчивость земной поверхности по данным высокоточного нивелирования и гравиметрии.

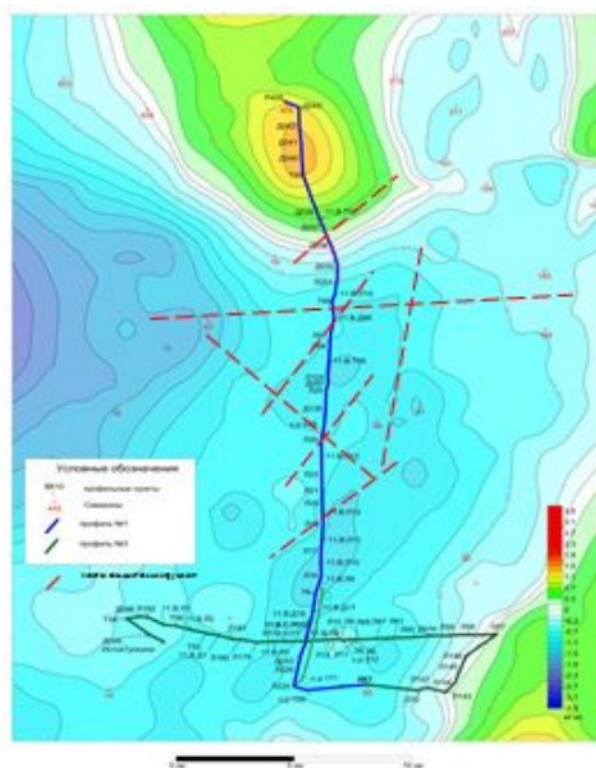


Рис.5. Пример выбора расположения расчетных профилей

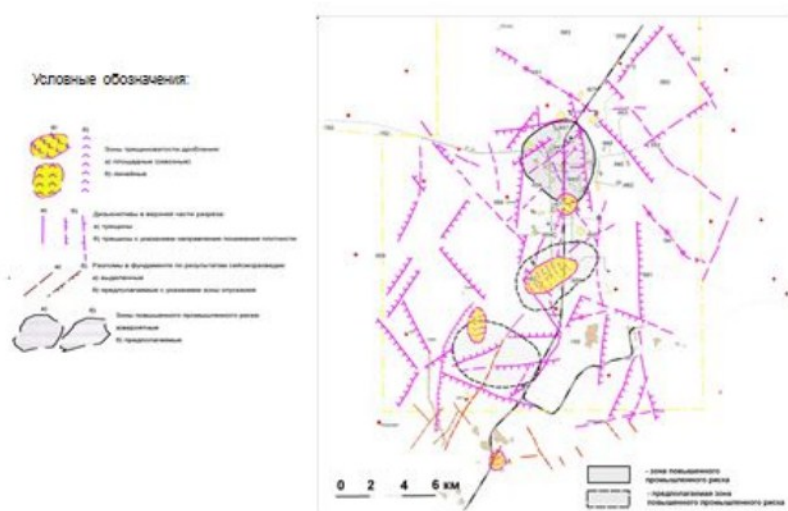


Рис.4. Выделение участков повышенной промышленной и геодинамической опасности по результатам комплексной интерпретации геодезическо-гравиметрических данных первого цикла на Спорышевском ГДП

Приведем, в связи с вышеизложенным, некоторые результаты количественной интерпретации изменения отметок высот реперов нивелирования и значений аномального поля силы тяжести на них, выявленных в двух циклах натуральных геодезическо-гравиметрических измерений по расчетному профилю на Вынгапуровском ГДП, показанному на рис.5 синей линией.

Профиль общей длиной 32 км проложен с юга на север. На рис.6 приведена его средняя и северная части, представляющие наибольший интерес. Отметки высот рельефа местности на всем протяжении профиля изменяются в интервале 110-132 м (Б).

Профиль пересекает зону продуктивных горизонтов с залежами углеводородного сырья, отражаемую отрицательными (порядок  $-0,10$  мГал) значениями локального поля силы тяжести (А). В северной части профиля выделяется положительная локальная аномалия (до  $+0,13$  мГал), отражающая гравитационный эффект блока горных пород повышенной плотности, находящегося вне зоны продуктивных горизонтов. Следует заметить, что по результатам

## ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

площадной гравиметрии в первом цикле измерений была выделена серия дизъюнктивных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания с пересечением предположительно в районе участка, расположенного западнее пунктов Д035 и Д036 рассматриваемого расчетного профиля на расстоянии 0,7-0,9 км от него. Эти нарушения, расходясь веерообразно, пересекают расчетный профиль в средней части представленного на рис.1 его фрагмента, в том числе вблизи реперов 11ВД95, Д135, 11ВД105 и 11ВД106 ( $x=4,25-4,52$  км, 12,25 км, 15,81 км), (рис.5, 6).

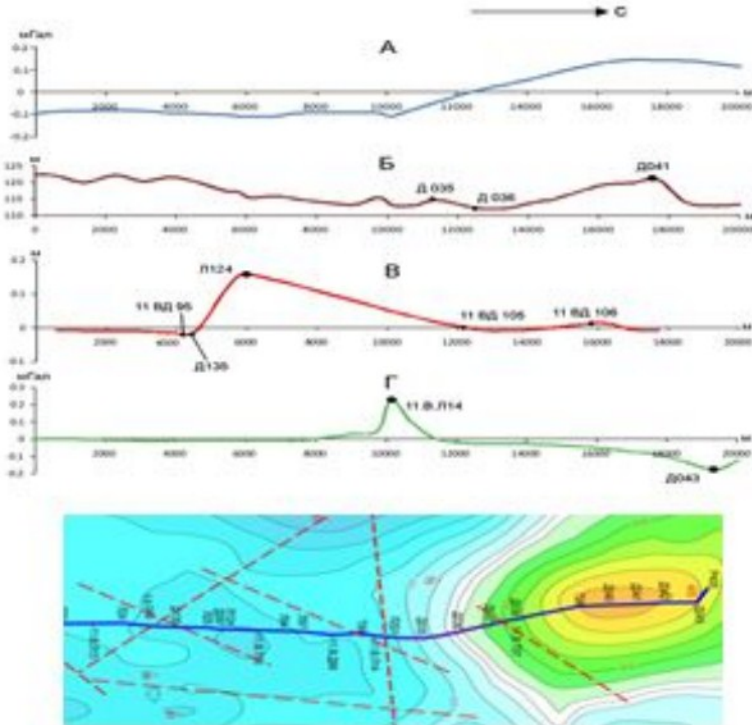


Рис.6. Графики локального поля силы тяжести (А), рельефа местности (Б), разности значений между 1 и 2 циклами высот пунктов (В) и аномального гравитационного поля (Г)

Разность аномального гравитационного поля по результатам первого (I) и второго (II) циклов по расчетному профилю (Г) отражает существенное перемещение масс в геологическом разрезе с его крайней северной части в район вышеуказанного участка дизъюнктивных нарушений, создавая сугубо узлокальный максимум величиной +0,23 мГал в пункте 11ВЛ14 ( $x=10,2$  км). Дефицит извлеченных масс создает в северной части профиля отрицательный эффект с минимальным значением, равным -0,18 мГал на пункте Д043 ( $x=19,4$  км).

Предполагаемое перемещение масс в геологическом разрезе, по-видимому, нашло отражение и в своеобразных вертикальных смещениях земной поверхности, зафиксированных в отличии результатов нивелирования II-го цикла от таковых в I-ом цикле (В). В частности, это отражается знакопеременным (до  $\pm 10$  мм) смещением пунктов в интервале от пункта Д036 ( $x=12,5$  км) к северу до пункта Д041 ( $x=17,7$  км). Вместе с тем наблюдается всё возрастающее к югу воздымание поверхности рельефа местности до пункта Л124 ( $x=6,1$  км), где его величина составила 157 мм (0,157 м), а затем резко снижающееся до

-12 мм в пункте Д135 ( $x=4,6$  км) в месте предполагаемого дизъюнктивного нарушения.

Полученные результаты потребовали проведения количественной оценки перемещаемых масс и интерпретации механизма вертикальных смещений земной поверхности.

Было очевидно, что они в значительной степени связаны с извлечением воды в северной части профиля, с целью нагнетания ее в продуктивные горизонты для замещения извлекаемых запасов углеводородного сырья. Исходя из этого и с учетом значений плотности воды ( $\sigma_w=1,0$  г/см<sup>3</sup>=1,0 т/м<sup>3</sup>) и осадочной толщи ( $\sigma=2,0$  г/см<sup>3</sup>=2,0 т/м<sup>3</sup>), была выполнена оценка объема извлеченных масс воды и степень его распределения в разрезе продуктивных образований. В связи с этим рассмотрим кратко результаты решения обратной и прямой задач гравиметрии с целью интерпретации изменения гравитационного поля вертикальных смещений поверхности.

На рис.7 схематически показаны кривая отрицательной локальной аномалии в северной части профиля и численные параметры ее изменения относительно точки минимума. Оговоримся сразу же, что в первом приближении аномальные массы извлеченной воды были представлены объемом шара. Это позволяет однозначно определить массу и предельную глубину залегания (известно, что при использовании других форм аномальной массы глубина их залегания будет всегда меньше).

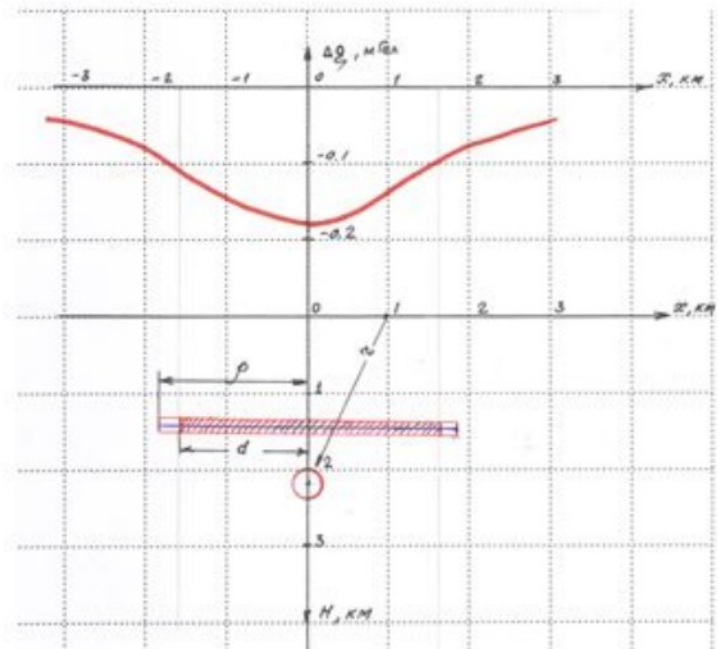


Рис.7. Кривая отрицательной локальной аномалии

Известно [13,14], что аномальный гравитационный эффект шаровой массы определяется уравнением:

$$\Delta g_u(x, H) = f \times M_u \times \frac{H}{r^3}, \quad (1)$$

где  $M_u = V_u \times \sigma = \frac{4}{3} \pi R^2 \times \sigma$  – масса шара;  $\sigma$  – плотность шаровой массы;  $f=6,67 \times 10^3 \times \frac{\text{мГал} \cdot \text{м}^2}{\text{т}}$ ;  $R$  – ра-



диус шара;  $r = \sqrt{H^2 + x^2}$  - расстояние от результирующей точки на расчетном профиле до центра шара;  $H_w$  - глубина центра шара относительно результирующего уровня;  $x$  - расстояние на расчетном профиле результирующей точки относительно точки, в которой гравитационный эффект шара максимальный по величине (соответствующей в плане центру шара).

В рассматриваемом случае определение неизвестных ( $H_w$  и  $M_w$ ) может быть выполнено с использованием параметров аномалии в точках максимального по абсолютной величине значения  $\Delta g$  ( $x=0$ ) и его половинного значения:

$$\Delta g(x_{1/2} = a) = \frac{1}{2} \Delta g(x = 0).$$

Из выражения (1) следует, что

$$\frac{2}{(\sqrt{a^2 + H_w^2})^3} = \frac{1}{H_w^3}. \quad (2)$$

Отсюда, учитывая, что  $a = x_{1/2} = 1,615$  км, получаем значение  $H_w = 2,186$  км. Тогда из выражения (1) следует, что  $M_w \approx 12845000$  т, а радиус шара равняется величине  $R_w = 0,313$  км.

Вместе с тем, очевидно, что резервуар, из которого производился забор водных масс для замещения пространства, откуда извлекалось углеводородное сырье, имеет малое сходство с шаровой емкостью. Скорее всего, это - водоносный пласт субгоризонтального простирания. Это означает, что глубина его залегания будет меньше, чем предельная, определенная для шаровой емкости, а горизонтальные размеры - шире.

Определим параметры такого пласта, исходя из следующих соображений.

1. В плане пласт соответствует горизонтальному круговому диску. Площадь поверхности диска по размерам соответствует горизонтальному квадратному пласту такой же толщины. Расстояние от центра диска до стороны, ограничивающей квадратный пласт, составляет величину  $a = x_{1/2}$ . В этом случае сохраняется условие:

$$\Delta g(x_{1/2} = a) = \frac{1}{2} \Delta g(x = 0).$$

2. Масса пласта соответствует массе шара.

На рис.7 диск и пласт в вертикальном разрезе показаны соответственно утолщенными линиями и штриховкой. Исходя из этого, величина радиуса диска составляет:

$$\rho = \frac{2a}{\sqrt{\pi}} \approx 1,890 \text{ км}. \quad (3)$$

Вместе с тем, величина притяжения диска в точке с  $x=0$  определяется по известной формуле:

$$\Delta g(x = 0) = 2\pi f \sigma [\Delta H - \sqrt{H_2^2 - \rho^2} + \sqrt{H_1^2 + \rho^2}] = -0,18 \text{ мГал}, \quad (4)$$

где  $\Delta H = H_2 - H_1$ ,  $H_2$  - глубина нижней границы диска;  $H_1$  - глубина верхней границы диска.

Учитывая, что в этом случае  $H_1 < \rho < H_2$ , а объем диска (как и масса) равен объему (и массе) шара, когда

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \approx \pi \rho^2 \times \Delta H, \quad (5)$$

окончательно получаем:

$$\Delta H = 0,0114 \text{ км} = 11,4 \text{ м}, \quad H_1 = 1,4143 \text{ км}, \\ H_2 = 1,4257 \text{ км}, \quad H_{cp} = 0,5(H_1 + H_2) = 1,4195 \text{ км} \approx 1,420 \text{ км}.$$

Выполним аналогичные расчеты для положительной аномалии силы тяжести в средней части представленного профиля, для которой имеем:  $\Delta g(x=0) = +0,23$  мГал,  $x_{1/2} = a = 0,44$  км. В результате получаем  $H_w = 0,57$  км,  $M_w \approx 11,2 \cdot 10^6$  т, что соответствует объему  $V_w \approx 11,2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>. Это составляет 8,7% от всего объема извлеченной водной массы на севере профиля. По-видимому, не менее 90% водной массы было закачено в продуктивные пласты взамен извлеченного углеводородного сырья.

Вместе с тем небольшие горизонтальные размеры аномалии свидетельствуют о том, что массы, создающие ее, имеют относительно небольшую протяженность в направлении по профилю и значительно большую - вкост него. В таком случае приходится говорить об аномальной зоне, представляющей субвертикальную пластину, в пределах которой водные массы мигрировали, по-видимому, снизу вверх по дизъюнктивному нарушению из-за несогласного залегания продуктивных пластов, перекрытых водонепроницаемым покрытием (предположительно глинистым). При этом основная масса воды заполнила объем самого нарушения, а остальная его часть нашла выход в приповерхностные отложения как с северной так и, особенно, с южной стороны, способствуя разбуханию объема и поднятию их верхней поверхности. Это и отразили результаты нивелирования во II-ом цикле натуральных измерений. По разностной кривой изменения высот земной поверхности видно, что с южного и северного краев поднятия отмечаются небольшие просадки рельефа местности, которым по плановому положению также соответствуют зоны дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле.

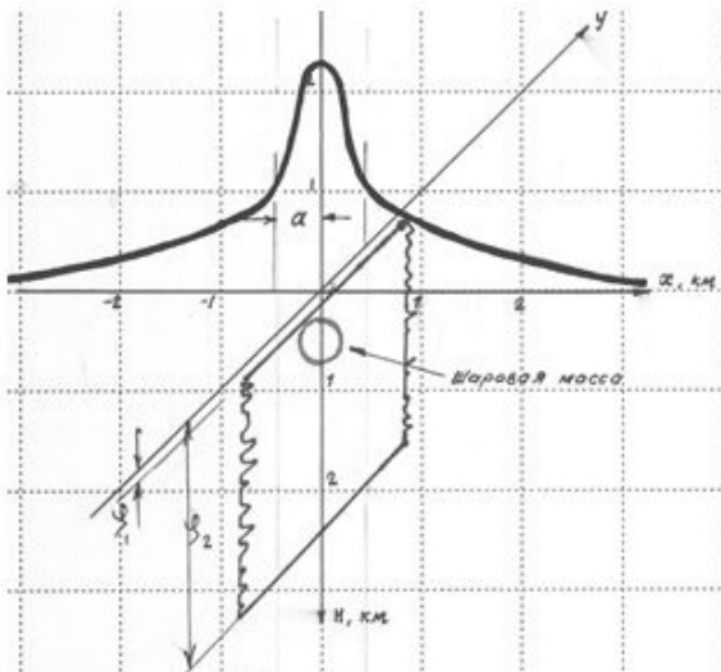
Оценим по гравиметрическим данным параметры аномальной зоны, представив ее в виде вертикальной материальной пластины (рис.8).

Введем обозначения:  $\sigma$  - аномальная плотность масс пластины,  $h$  - толщина пластины,  $\zeta_1$  и  $\zeta_2$  - соответственно ее верхняя и нижняя границы ( $h < \zeta_1$ ). Предположим, что  $\zeta_2 = H_w \approx 2,2$  км - предельный уровень забора водных масс,  $\sigma \cdot h = \mu$ , а  $h = 0,01$  км.

Согласно [14] для любой точки на профиле на расстоянии  $x$  от эпицентральной можно записать:

$$\Delta g(x, y = 0) = f \times \mu \times \ln \frac{x^2 + \zeta_2^2}{x^2 + \zeta_1^2}. \quad (6)$$

## ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ



**Рис.8. Аномальная зона в виде вертикальной пластины**

Для эпицентральной точки и точки на расстоянии  $a=x_{1/2}=0,44$  км от нее выражение (6) можно записать в виде:

$$\begin{cases} \Delta g(x=0) = f \times \mu \times \ln \frac{k^2 \times \zeta_1^2}{\zeta_2^2} = f\mu \times \ln k^2, \\ \Delta g(x=a) = f \times \mu \times \ln \frac{a^2 + k^2 \times \zeta_1^2}{a^2 + \zeta_1^2} = \frac{1}{2} f\mu \times \ln k^2, \end{cases} \quad (7)$$

где

$$k = \frac{\zeta_2}{\zeta_1}. \quad (8)$$

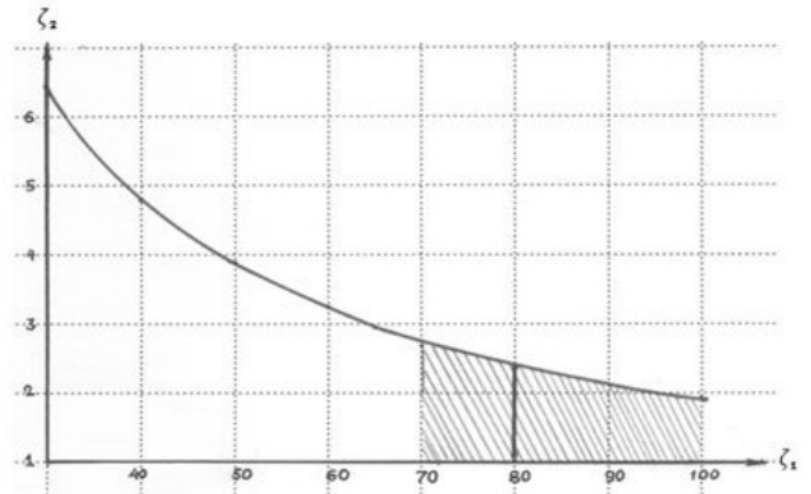
Из решения системы уравнений (7) находим, что реальное значение составляет величину

$$k = \frac{a^2}{\zeta_1^2}.$$

Тогда, с учетом (8), окончательно получаем

$$\zeta_1 \times \zeta_2 = a^2, \quad \zeta_1 = \frac{a^2}{\zeta_2} \quad \text{или} \quad \zeta_2 = \frac{a^2}{\zeta_1} = \frac{0,1936 \text{ км}^2}{\zeta_1 \text{ км}}. \quad (9)$$

На основании этого выражения нетрудно рассчитать таблицу изменения значений  $\zeta_2$  в зависимости от величины  $\zeta_1$  с учетом того, что  $a=0,44$  км. Соотношения значений  $\zeta_2$  и  $\zeta_1$  можно представить в виде графика (рис.9). Наиболее реальный интервал изменения соотношения этих величин представлен на графике в виде заштрихованной области.



**Рис.9. График соотношения  $\zeta_1$  и  $\zeta_2$**

Будем считать результативным в ней соотношение  $\zeta_2$  к  $\zeta_1$ , выделенное в указанном интервале утолщенной линией:  $\zeta_1=80$  м=0,08 км,  $\zeta_2=2,42$  км. Требовалось определить ширину (h) пластины при вышеупомянутом условии, что  $h < \zeta_1$ . Кроме того требовалось учесть долю пористости осадочных образований в предполагаемой зоне дизъюнктивных нарушений с тем, чтобы (хотя бы приблизительно – данными по этому поводу авторы не располагали) оценить (с учетом насыщения водой) её плотность ( $\sigma$ ) по отношению к плотности «ненарушенных» горных пород.

Определение значения  $\sigma$  было выполнено из следующих соображений:

1. пористость горных пород в зоне дизъюнктивных нарушений составляет 25%;
2. плотность этих, необводненных горных пород, составляет  $2,0 \text{ г/см}^3 = 2,0 \text{ т/м}^3$ ;
3. плотность их в результате обводнения составляет  $2,25 \text{ г/см}^3$  ( $\text{т/м}^3$ ).

Таким образом, значение плотности обводненных горных пород в зоне дизъюнктивных нарушений принято равным  $\Delta \sigma_a = 2,25 \text{ г/см}^3 = 2,25 \text{ т/м}^3$ .

Тогда с учетом исходного выражения (6) и величины  $\Delta g_{\max}(x=0) = +0,23$  мГал находим значение  $h = 20,3 \text{ м} \approx 0,020$  км.

Вычисленные параметры обводненной зоны (рис.8) (предположительно дизъюнктивной), представленной в виде субвертикальной (слегка отклоняющийся внизу к северу) полуплоскости значительного простирания вкрест расчетного профиля, характеризуются следующими значениями: ширина зоны около 20 м, простирание по глубине – от 80 м до 2420 м.

Особо следует отметить, что достоверность определяемых параметров аномальных процессов как в зоне извлечения водных масс, так и на площади их нагнетания в продуктивную толщу была бы значительно выше, если бы данные натурных геодезическо-гравиметрических измерений во втором цикле были бы не профильными, а площадными, как в первом.

Вместе с тем, становится очевидной высокая степень необходимости комплексной оценки особенностей проявления техногенной геодинамики на уча-

стках интенсивной добычи не только углеводородного сырья, но и других ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации крупных инженерных сооружений на основе разумного рационального применения натуральных высокоточных геодезическо-гравиметрических измерений и незаформализованных методов качественной и количественной интерпретации их результатов. При этом особо следует учитывать, что гравиметрия должна применяться как опережающий метод, позволяющий на предварительном этапе уточнить геолого-тектоническую обстановку в районе исследований, выделить (с использованием данных других методов зондирования и морфометрического анализа) зоны повышенного промышленного риска [15-19].

Выполненная комплексная количественная интерпретация по результатам геодезических и гравиметрических измерений показала свою эффективность как по срокам выявления техногенной геодинамики, так и по качеству выполненного анализа.

Становится очевидным, что проектирование геодинамических полигонов на основе применения современного геодезического и гравиметрического комплекса, требует иного подхода, отличающегося от применяемого традиционного как в плане построения геодезических и гравиметрической сетей, так и для комплексной обработки и интерпретации результатов геодезических и гравиметрических натуральных измерений и оценки по ним степени геодинамической опасности изучаемой территории.

### Литература

1. С.Г. Ашихмин *Научные основы методов прогноза напряженно-деформированного состояния горных пород / Автореферат дисс. на соиск. уч. степени д.т.н./* - ПГТУ, 2008г. - 315 с.
2. Ю.О. Кузьмин *Тектонофизические основы идентификации геодинамической опасности нефтегазовых объектов// Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН oilgasjournal.ru/vol\_3/kuzmin.pdf*
3. Блох Ю.И. *Количественная интерпретация гравитационных и магнитных аномалий / Ю.И.Блох. М.: МГГА, 1998. - 88 с.*
4. Маловичко А.К. *Гравиразведка / А.К.Маловичко, В.И.Костицын // М.: Недра, 1992. -357 с.*
5. Морошкин А.Н. *Сравнительный анализ эффективности сейсморазведки и структурного бурения / А.Н.Морошкин, С.Г.Бычков // Нефть и газ: Вестник ПГТУ, вып.2. Перм. политех, ин-т Пермь, 1999. - С.42-47.*
6. Плотникова И.Н. *Геолого-геофизические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента Татарстана / И.Н.Плотникова. СПб.: Недра, 2004. - 172с.*
7. А.А.Пыстин // *Геофизика, 1999, №5. С.54-58.*

8. *Kinematic GPS Positioning of Geophysical Surveys: Gravity Survey of Ft. Berthold Indian Reservation, North Dakota / M.Balde, C.L.K.Aiken, J.Hare, W.D.Gosnold, S.Cates // SEG Expanded Abstracts, 1992. P. 585-588.*

9. В.А.Абрамов // *Геофизические исследования в Якутии. Якутск: Якутск.ун-т., 1990.1. С. 42-48.*

10. Абрамов В.А. *Эффективность гравиметрической съемки в выявлении золоторудных месторождений куранахского типа / В.А.Абрамов // Якутск-Иркутск: ВСНИИГГИМС, ЯТГУ, 1975. 81 с.*

11. А.И. Каленицкий, В.И. Кузьмин *Оценка плотности блоков верхней части земной коры по гравитационным аномалиям// Геология и геофизика.-1991.-№10.- С.130-134.*

12. Фондовая А.И. Каленицкий, Р.Э. Меникес, В.П. Дедов, А.Е. Блюм, А.П. Федянин *Отчет о гравиразведочных работах на Южно-Иусском участке с целью прогноза перспективности структур, подготовленных сейсморазведкой(отчет по договорной теме 08.04.2080д) Фонды СибАГП ГУГК.*

13. Андреев, Б.А. *Геологическое истолкование гравитационных аномалий /Б.А.Андреев, И.Г.Клушин.-Л.: Недра, Ленингр.отд.,1965.-495 с.*

14. Гладкий, К.В. *Гравиразведка и магниторазведка / К.В.Гладкий.-М.:Недра.-1967.-317 с.*

15. А.И.Каленицкий, Э.Л.Ким *Методика и результаты определения разницы геодезических и нормальных высот на территории Спорышевского и Западно-Суторминского геодинамических полигонов // ГЕО-Сибирь-2008. Т.1,ч.2:сб.матер.IVМеждунар. Научн. Конгресса «ГЕО-Сибирь-2008», 22-24 апреля 2008 г., Новосибирск.-Новосибирск: СГГА, 2008.-С.27-30.*

16. *Результаты применения гравиметрии и высокоточного нивелирования при локализации участков повышенного геодинамического риска на месторождениях углеводородов / А.И.Каленицкий, Э.Л.Ким, М.Д. Козориз, В.А.Середович // Вестник СГГА (Сибирской Государственной Геодезической Академии).-Новосибирск: СГГА, 2010.- Вып.1(12).-С.14-20.*

17. А.И.Каленицкий, Э.Л.Ким *Результаты первого цикла натуральных геодезическо-гравиметрических измерений на Вынгапуровском геодинамическом полигоне // Геодезия и картография. -2011.- №8.-С.30-35.*

18. *Результаты комплексных геодезическо-гравиметрических наблюдений на геодинамическом полигоне Спорышевского месторождения УВ / А.И.Каленицкий, Э.Л.Ким, В.А.Середович, М.Д.Козориз // ГЕО-Сибирь-2011, Пленарное заседание: сб.матер.VII Междунар.научн.конгресса «ГЕО-Сибирь-2011», 19-29 апреля 2011 г., Новосибирск.-Новосибирск: СГГА, 2011.-С.62-71.*

19. А.И.Каленицкий, Э.Л.Ким *О комплексной интерпретации данных геодезическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа// Вестник СГГА[Текст] : науч.-технич. журн.- Вып. 4 (20).- Новосибирск: СГГА, 2012.- С. 3-13.*

Анатолий Иванович Каленицкий, д.т.н., профессор кафедры астрономии и гравиметрии, научный руководитель СУНАЦ МПТС, тел. (383)361-01-59;

Эдуард Лидиянович Ким, технический руководитель СУНАЦ МПТС, тел. (383)361-03-56, E-mail: 52tkrbv@rambler.ru;

Владимир Адольфович Середович, проректор по НИИД, тел. (383)343-39-57, E-mail: v.seredovich@list.ru  
(Сибирская Государственная Геодезическая Академия)

УДК 622.834.1

В.В.Зубков, Е.Е.Квятковская

## ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ МНОГОПЛАСТОВЫХ СВИТ

Представлены результаты численных экспериментов по оценке напряженного состояния породного массива и формированию зон повышенного горного давления при отработке свит угольных пластов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** породный массив; свита пластов; напряженное состояние; зоны ПГД.



В.В.Зубков Е.Е.Квятковская

### Введение

При геомеханическом обосновании безопасного варианта отработки пластов свиты необходимо выявлять зоны ПГД, возникающие в районах влияния целиков и краевых частей выработок смежных пластов. Трудность заключается в том, что при отработке многопластовых свит увеличивается число участков многократной под- и надработки пластов, т.е. появляется большое количество зон ПГД.

В последнее время опубликовано много работ, посвященных выделению зон ПГД, но в них ее граница определяется в соответствии с Инструкцией по безопасному ведению горных работ [1]. В действительности же при отработке трех и более пластов свиты происходит нелинейное перераспределение напряжений в породном массиве и его нельзя представлять как линейную суперпозицию опорного давления от одной или двух очистных выработок на смежных пластах.

Поводом для написания данной статьи послужила публикация Е.Д.Ходырева [2] о построении зон ПГД при отработке четырех пластов свиты. Проблема, отмеченная в его статье, состоит в том, что после отработки пластов  $l_2$  и  $l_6$  Алмазной свиты на горизонте 1160 м на шахте Северная ГП Дзержинскуголь (рис.1) на пласте  $l_5$  появился участок пересечения двух зон ПГД (№1 и №2 на рис.1), построенных в соответствии с методикой [3]. Даже при наличии зоны защиты от пласта  $l_6$  участок пересечения зон ПГД в соответствии с требованиями [3] выделяют как участок ПГД с I категорией опасности по внезапным выбросам угля и газа. Однако, по мнению автора, наличие монолитных слоев песчаника в почве пластов  $l_2$  и  $l_7$  в совокупности с надработкой пластом  $l_6$  защищают этот участок от повышенного горного давления. Для подтверждения этого заключения на шахте Северная была выполнена оценка напряженного состояния по выходу буровой мелочи, которая не зарегистрировала опасного влияния зон ПГД №1 и №2 в пласте  $l_5$  на горизонте 1160 м. По утверждению автора [2] при последующей отработке пласта  $l_5$  на этом горизонте в течение шести месяцев не было установлено опасности по проявлению горных ударов.

Принимая во внимание, что построение границ зон ПГД по [3] полностью совпадает с требованиями [1] нами по программе Suit2d [4] проведена оценка напряженного состояния породного массива для схемы на рис.1. Напомним, что эта программа позволяет рассчитывать все составляющие напряжений в мас-

сиве пород для любого числа очистных выработок, пройденных на одном или нескольких смежных пластах свиты. В качестве исходной информации для расчетов задаются данные о геометрических параметрах горнотехнической обстановки на планируемые варианты отработки пластов и данные о механических свойствах пород. К ним относятся: глубина залегания, угол падения и мощность пластов, размеры и конфигурация выработанных пространств и целиков в плане, модуль упругости пород, коэффициент Пуассона и прочность на одноосное сжатие угля. В качестве граничных условий задаются напряжения, возникающие на почве очистной выработки от действия подработанных пород с использованием углов давления  $\varphi_1$  [5]. Они получены на основе анализа обширного экспериментального материала и установлены для различных групп месторождений России. Углы давления характеризуют степень нарастания нагрузки на почву выработанного пространства по мере удаления от кромки забоя. Это позволяет учитывать при формировании граничных условий площадь отработанного пространства, глубину ведения очистных работ, конфигурацию выработок и целиков в плане, угол падения и вынимаемую мощность пласта.

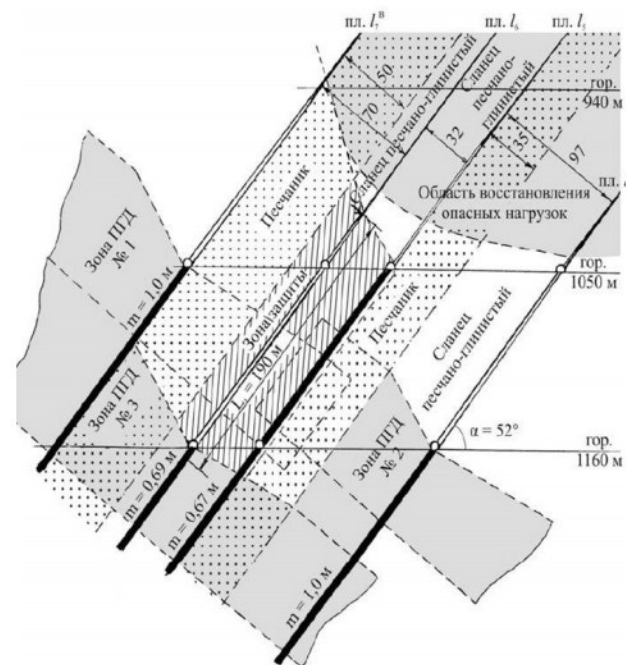
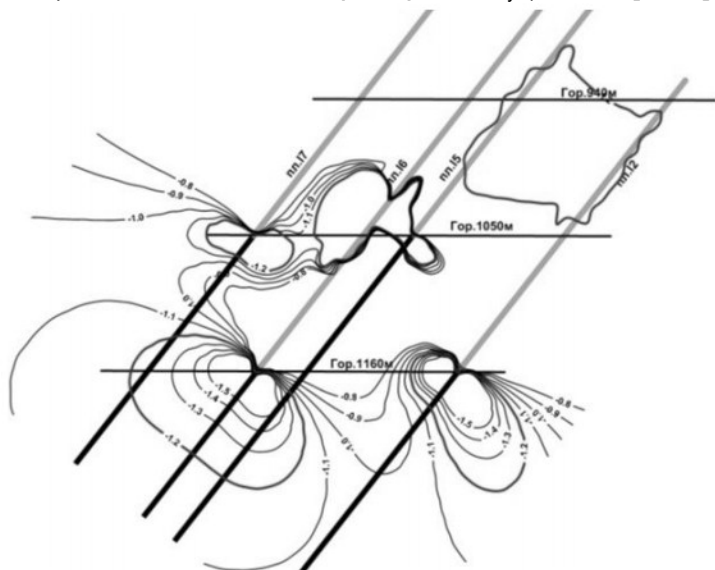


Рис.1. Соотношение горных работ на пластах Алмазной свиты и местоположение зон ПГД на шахте Северная ГП Дзержинскуголь [1]

Следует отметить, что в работах [6-7] было предложено часть зоны опорного давления, в которой возможно проявление динамических явлений, называть "Зона Повышенного Горного Давления" (зона ПГД). Она определяется из условия, что все динамические явления, происшедшие на данном месторождении, попадают в эту зону. Критический уровень, оп-

ределяющий границу зоны ПГД, определяется по нормальным к напластованию напряжениям, нормированным на вертикальные напряжения нетронутого массива горных пород. В 70-х годах автором [6-7] была проведена серия расчетов для конкретных ситуаций отработки угольных пластов на различных месторождениях России, где произошли динамические явления. Из сопоставления расчетных значений напряжений в массиве горных пород с фактическими данными о возникновении динамических явлений определено критическое значение нормальных к напластованию напряжений для шахт Донбасса, соответствующее границе расчетной зоны ПГД, а именно  $\sigma_y/\gamma H=1.2$ . Практическое использование методики построения зон ПГД изложено, например, в методических указаниях [8-10].

Для схемы отработки пластов свиты на рис.1 по программе Suit2d [4] проведена оценка напряженного состояния породного массива и построены зоны ПГД (рис.2) в соответствии с критерием  $\sigma_y/\gamma H=1.2$  [6-10].



**Рис. 2. Формирование зон ПГД при отработке пластов Алмазной свиты на горизонте 1160 м на шахте Северная ГП Дзержинскуголь**

Результаты расчетов показывают, что в пласте  $l_5$  в пределах планируемого к отработке горизонта 1160 м зона ПГД не образуется. Следовательно, при существующем соотношении горных работ и мощности междупластья краевые части пластов  $l_2$  и  $l_7$  не создают зон ПГД на пласте  $l_5$ , как это отмечено на рис.1. Другими словами, надработка пластом  $l_6$  и подработка пластом  $l_2$  обеспечивают защиту этого участка. Тот факт, что шахтные эксперименты по оценке состояния пласта  $l_5$  по выходу буровой мелочи не зарегистрировали опасной концентрации напряжений на этом участке, свидетельствует о том, что принятая нами методика построения зон ПГД [6-10] отражает взаимодействие системы очистных выработок. Напомним, что в Инструкцию (РД 05-328-99) [1] в При-

ложение 5 был внесен п.2.9. "Сложные горно-геологические ситуации при построении защищенных зон и зон ПГД для свит разрабатываемых угольных пластов могут быть рассмотрены во ВНИМИ с использованием разработанного программного комплекса". Именно потому, что в расчетах учитывается большее число влияющих факторов, расчетные зоны ПГД не могут полностью совпадать с теми, которые построены по Инструкции.

### Выводы

Положительное совпадение результатов расчетов и шахтных экспериментов по оценке напряженного состояния угольных пластов дает основание для построения зон ПГД с использованием программы Suit2d.

Внедрение таких разработок сокращает объемы профилактических мероприятий по борьбе с горными ударами, повышает безопасность и рентабельность ведения очистных работ при отработке свит угольных пластов.

### Литература

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. РД 05-328-99. 2000.
2. Ходырев Е.Д. Построение зон ПГД на угольных пластах с учетом изменения горнотехнических и геологических факторов. Наукові праці УкрНДМІ НАН України, № 7, 2010, с. 64-75.
3. СОУ 10.1.00174088.011-2005 Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: Затв. Наказом Мінуглепрому України від 30 грудня 2005 року № 145.– К.: Изд. МакНИИ, 2005, – 225 с.
4. Зубков В.В. Программа расчета напряженного состояния горных пород около очистных выработок при отработке свиты пластов (SUIT2D). РосАПО, Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960011 от 10.01.1996.
5. Теория защитных пластов. М., Недра, 1976, 224 с. //И.М.Петухов, А.М.Линьков, В.С.Сидоров, И.А.Фельдман.
6. Зубков В.В. К вопросу об опорном давлении, вызванном влиянием очистных выработок на смежных угольных пластах. Л., ВНИМИ, 1976, сб. 99, с. 144-147.
7. Зубков В.В. О влиянии целиков на напряженное состояние массива горных пород. Подземная разработка тонких и средней мощности угольных пластов. Тула, 1976.
8. Расчет и экспериментальная оценка напряжений в целиках и краевых частях пласта угля. Методические указания. Л., ВНИМИ, 1973, 130 с.
9. Методические указания по использованию программ для расчета и графического построения напряжений в массиве горных пород около выработок. Л., ВНИМИ, 1981, 52 с.
10. Методические указания по расчету напряжений и экспериментальной оценке газодинамического состояния пластов угля в зонах ПГД. Л., ВНИМИ, 1983, 22 с.

Виктор Васильевич Зубков, д.т.н., главный научный сотрудник, тел. 8-911-944-5199, E-mail: VVZubkov@yahoo.com;  
Екатерина Евгеньевна Квятковская, аспирант, тел. (812) 321-8547, E-mail: kvaytkovskay@spmi.ru  
(Научный центр геомеханики и проблем горного производства, Национальный минерально-сырьевой университет "Горный")

## 60 лет Александру Васильевичу Стрельникову



14 мая 2013 г. исполнилось 60 лет кандидату технических наук, академику Международной Академии минеральных ресурсов, члену Петровской Академии наук и искусств, Федеральному эксперту в научно-технической сфере аэрокосмосъемки, маркшейдерского дела, гео-

дезии и картографии, Председателю Белгородского РС СМР, Ветерану труда Стрельникову Александру Васильевичу.

Александр Васильевич в 1975 г. с отличием окончил Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (ныне Сибирская государственная геодезическая академия – СГГА).

По направлению с 1975 по 2009 гг. работал в ФГУП Всероссийский НИИ ВИОГЕМ (г.Белгород) инженером, младшим научным сотрудником, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией техники маркшейдерских работ.

В 1984 г. после окончания аспирантуры без отрыва от производства в Ленинградском горном институте защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Маркшейдерское дело».

В настоящее время работает генеральным директором ООО «Научно-производственный Центр МАГИК».

Основными научными направлениями деятельности Александра Васильевича являлись исследова-

ния и внедрение наземной стереофотосъемки, аэрофотосъемки, геодезических спутниковых систем и технологий наблюдений за деформациями бортов карьеров, отвалов и гидротехнических сооружений на горнорудных предприятиях. Он является автором более 120 научных трудов, включая методические указания по аэрофотосъемке карьеров и применения спутниковых геодезических и навигационных приемников для решения маркшейдерских задач. Соавтор патента и изобретения.

Основные предприятия, для которых проводились работы с участием Александра Васильевича: ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК» (КМА); ОАО «Карельский окатыш»; ОАО «ГМК «Норильский никель», ОАО «Коршуновский ГОК» (Красноярский край); ОАО «Баллаковское рудоуправление», ОАО «Камыш-Бурунский ЖРК» (Балалава, Керчь); ОАО «Южный ГОК», ОАО «Северный ГОК» (Кривбасс); Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский).

Александр Васильевич пользуется заслуженным авторитетом и уважением в маркшейдерской общности. Его многогранная деятельность отмечена почетными знаками «Шахтерская слава» 3-х степеней, бронзовой медалью ВДНХ СССР.

*Коллеги, друзья, редакция и редколлегия журнала желают юбиляру крепкого здоровья, реализации творческих замыслов, интересных идей и возможностей для их воплощения, успехов во всех начинаниях.*



### Уважаемые руководители предприятий, НИИ и университетов!

*Обращаемся к Вам с предложением о достойном освещении в журнале юбилейных и памятных дат в истории становления и развития возглавляемых Вами организаций, деятельности трудовых коллективов по развитию научно-технического прогресса и подъему производственного потенциала добывающих отраслей хозяйства, а также юбилеев Ваших сотрудников.*

*Редакция готова издать тематический (специальный) выпуск журнала с Вашим творческим участием, взяв на себя журналистскую и фотоиллюстративную часть совместной работы.*

*Надеемся на Ваши встречные предложения!*

**Редакция «МВ»**

**Адамов Э.В. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК**

УДК 662.7:622.3

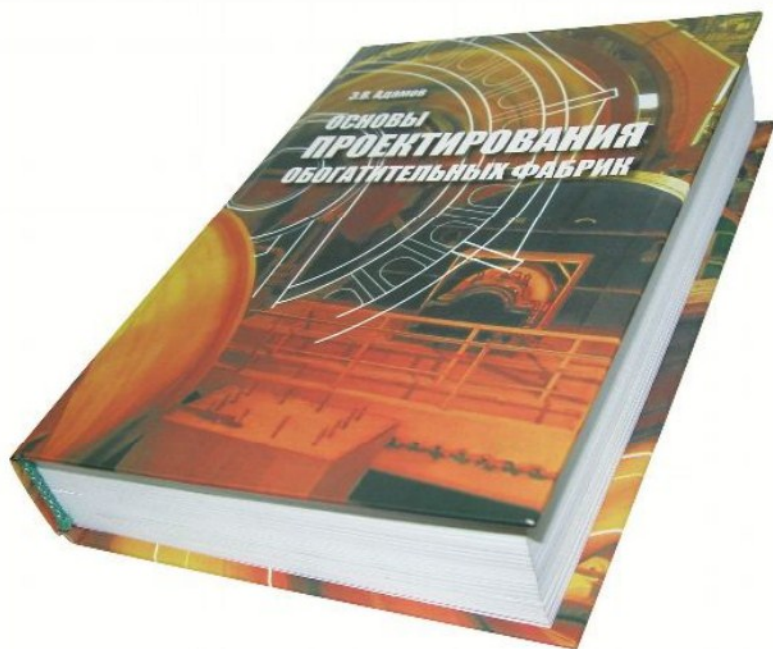
А28

Рецензенты:

- кафедра обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья Читинского государственного университета;

- ОАО «Гипроцветмет» д-р техн. наук *Б.П. Руднев***Адамов Э.В.**

А28 Основы проектирования обогатительных фабрик : учеб. / Э.В. Адамов. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. - 647 с. ISBN 978-5-87623-458-2



Изложены основные положения проектирования обогатительных фабрик, перерабатывающих руды цветных металлов. Приводятся состав и содержание проекта обогатительных фабрик, исходные данные, состав и содержание проектной документации. Дается методика выбора и расчета схем рудоподготовки и обогащения, основного и вспомогательного оборудования, основные принципы компоновки оборудования, приводятся основные конструктивно-компоновочные решения в отделениях и цехах фабрики. Рассматриваются основные положения проектирования хвостового хозяйства и генеральных планов фабрик. Приводятся основы общестроительного проектирования. Даны основные требования к технико-экономической и сметной части проекта.

Предназначен для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Металлургия» (профиль «Технология минерального сырья»), а также для специалистов проектных и исследовательских предприятий.

УДК 622.7:622.3

ISBN 978-5-87623-458-2

© Э.В. Адамов, 2012

**ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ И ЗАКАЗЧИКОВ РЕКЛАМНЫХ МАТЕРИАЛОВ!**

**В связи с реорганизацией в форме преобразования и на основании перехода прав и обязанностей от ФГУП «Гипроцветмет» к ОАО «Гипроцветмет» с 9 апреля 2013 г. исполнителем по договорам на подписку и на размещение рекламных материалов в журнале «МВ» считать ОАО «Гипроцветмет».**

**Реквизиты ОАО «Гипроцветмет»:**

Юридический адрес: 129515 Москва, ул. Академика Королева 13, стр. 1

Почтовый адрес: 129515 Москва, ул. Академика Королева 13, стр. 1, а/я 51

ИНН/КПП: 7717750345/771701001

ОГРН 1137746314640

р/с 40702810000080000341 КБ «Нефтяной Альянс» (ОАО)

к/с 30101810100000000994

БИК 044583994

ОКПО 00198404

**Редакция «МВ»**

## ИННОВАЦИОННАЯ ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА



S&O является российским производителем инновационной осветительной техники. Наше производство оснащено всем необходимым оборудованием и высококвалифицированным персоналом. Благодаря российскому производству, мы способны в кратчайшие сроки изготовить и выполнить любой заказ. Это позволяет снизить транспортные и производственные издержки, что положительно сказывается на стоимости готовой продукции, а также максимально адаптировать продукцию для использования в наших климатических условиях. Гарантийный и постгарантийный сервис позволяет в кратчайшие сроки производить ремонт и замену неработоспособного компонента. Наша продукция помогает существенно сократить энергопотребление, а также сократить численность персонала при эксплуатации объектов промышленности, муниципальной инфраструктуры и ЖКХ.

Индукционные лампы S&O и компоненты выпускаются на заводе одного из ведущих производителей этой отрасли в Китае - компании UVL, зарекомендовавшей себя на рынках США, Европы и Азии. На

предприятии успешно используются самые передовые технологии и трудятся высококвалифицированные специалисты. Энергосберегающая продукция UVL пользуется высоким спросом в Европе, Америке, Азии, Австралии. Компания S&O контролирует качество своей продукции от изготовления ламп на производстве до постгарантийного обслуживания, используя уникальные голограммы для каждой лампы.

Компания S&O представляет российским потребителям полный спектр энергосберегающих индукционных ламп. Их главными достоинствами являются непревзойденная долговечность и экономичность. Лампы S&O воплотили в себе прогрессивные технологии лучших производителей.

Принцип работы индукционной лампы прост, как все гениальное. Для получения света газонаполненная стеклянная трубка помещается в электромагнитное поле, под воздействием которого частицы газа активно контактируют с нанесенным на внутренние стенки трубки люминофором, вызывая свечение.

Свечение происходит на основе принципа электромагнитной индукции, без использования уязвимых электродов или каких-либо электрических соединений внутри лампы. Именно благодаря отсутствию нити накала и электродов удается избежать потерь энергии на нагревание. Индукционные лампы функциони-

руют свыше 100 000 часов - в пять раз дольше флуоресцентных или металлогалогенных.

**Преимущества индукционных ламп:**

- светильники с индукционными лампами заметно выигрывают при освещении объектов на большой высоте в сравнении со светодиодными светильниками;
- срок окупаемости индукционного светильника 0.5-2 года в зависимости от мощности используемой лампы и интенсивности использования;
- в отличие от светодиодных светильников у индукционных светильников нет проблемы отвода тепла. Лампа не нагревается свыше 60 градусов, что позволяет использовать индукционные светильники на предприятиях, где поддерживается высокая температура. Например, в металлургии. В тепличном хозяйстве не возникает проблем, как доставить свет к нижним листам, и при этом не обжечь верхние;
- потеря светового потока у индукционного светильника после 10 000 часов использования меньше чем у светодиодного;
- у индукционных ламп длительный срок службы, не менее 100000 часов, что приводит к существенному сокращению трудозатрат при замене ламп в особенности в условиях труднодоступности;
- индукционный светильник в 2-3 раза дешевле, чем светодиодный светильник;
- комфортный, мягкий и естественный свет, приятный для глаз, что не скажешь про светодиоды;
- большой гарантийный срок. У индукционных ламп - 5 лет, у светодиодов - 3 года;
- у индукционных светильников встроенная защита от скачков напряжения и короткого замыкания;
- полное отсутствие пусковых токов в момент включения индукционных светильников;
- снижение нагрузки на существующие электрические сети позволяет делать выбор в пользу индукционного освещения в местах, где существуют проблемы по выделению мощностей;
- отсутствие мерцания, высокое качество света;
- возможность подбора электропитания (120/220/277/347В) и цветовой температуры в зависимости от производственных условий (2700, 3500, 4000, 5000, 6500К);
- индукционные светильники устойчивы к вибрации, случайным ударам;
- отсутствие шума при работе индукционной лампы;
- индукционный светильник долгое время не подле-





## ИНФОРМАЦИЯ

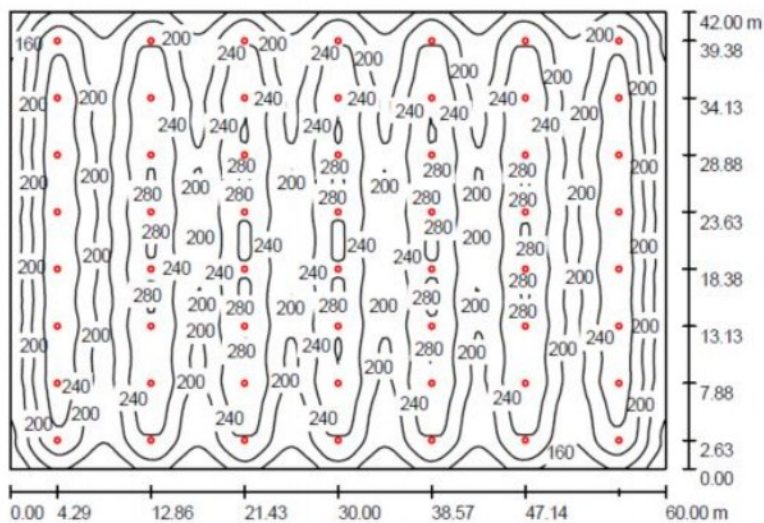
- жат обслуживанию;
- срок службы индукционного светильника не менее 25 лет;
- возможность диммирования освещенности (25%, 50%, 100% яркости) в том числе с применением фотоэлементов;
- отсутствие пластиковых деталей вследствие этого стабильность работы в условиях агрессивных сред, что важно в том числе, для предприятий цветной металлургии;
- компания S&O имеет возможность и поставляет лампы во взрывозащищённом корпусе, а также в цвете корпуса по желанию заказчика.

### Практический пример

К специалистам нашей компании обратились владельцы склада с задачей сделать освещение на объекте более эффективным, экономичным и снизить эксплуатационные расходы, связанные с профилактической заменой 2 раза в год ламп в имеющейся системе освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 Lux, а количество источников света не должно превышать 56 шт., монтажная высота – 6 м.

Объект – это неотапливаемый склад непродовольственных товаров размером 60×42 м площадью 2520 кв.м с установленной системой освещения на основе светильников с лампами ДРЛ 400 W в количестве 56 шт.

Специалистами нашей компании был сделан светотехнический расчет и монтаж Светильников с индукционными лампами мощностью 200W.



В результате внедрения новой системы освещения получены следующие данные:

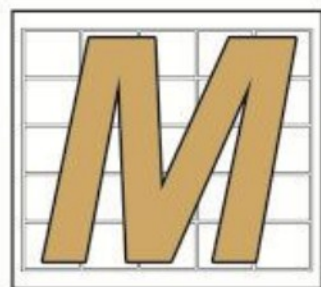
Основные показатели	Индукционный светильник 150 W	ДРЛ 400
Потребление (КВт/ч)	0,15	0,47
Потребление в год при использовании 12ч/сутки (КВт/ч)	657	2058,6
Общее потребление в год светильников в количестве 56 шт	36792	115281,6
Стоимость затрат на электроэнергию в год (руб) при цене 4,25 р КВт/ч	156366	489946,8
Замена ламп в год (шт)	-	112
Стоимость лампы/светильника	10350	500
Стоимость замены ламп в год (без учета работы)	-	56000
Стоимость первого года использования (руб)	735966	545946,8
Стоимость второго года использования (руб)	346385,2	545946,8
Стоимость третьего года использования (руб)	156366	545946,8

Из таблицы видно, что срок окупаемости светильников с индукционными лампами менее 1,5 года, при условии, что тарифы на электроэнергию останутся неизменными и освещение будет использоваться не более 12 часов в день. Экономия составила на второй год службы - 199561,6 руб., на третий год службы - 389580,8 руб.; эксплуатационные расходы на обслуживание снизились до 0.

После внедрения заказчик увидел ощутимую разницу, в ближайшем будущем планирует замену освещения в других складах и на прилегающей территории.

Всё вышеизложенное свидетельствует о том, что на предприятиях цветной металлургии индукционные светильники являются теми источниками света, которые приведут к значительной экономии электроэнергии, а также к сокращению трудозатрат по замене ламп.

*Игорь Шорохов, председатель совета директоров, Компания S&O, тел.(495) 510 83 41, (495) 500 40 27, E-mail: www.edlamp.ru, info@edlamp.ru*



### УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Предлагаем вам подписаться на журнал «Маркшейдерский вестник»  
на первое полугодие 2014 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.**

**На 2014 г. стоимость одного номера журнала 1298 рублей, включая НДС. Стоимость годовой подписки 7788 рублей (в том числе НДС 1188 рублей).**

Подписка через редакцию принимается с любого текущего номера. Для оформления подписки на 2014 г. необходимо перечислить на счет редакции сумму предоплаты согласно каталожной цене журнала, указав точный почтовый адрес, а также должность и фамилию получателя.

### Уважаемые рекламодатели НТиП журнала «МВ»!

Информируем Вас, что расценки за публикацию реклам и информации в 2013-2014 гг. 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@giproctm.ru](mailto:office@giproctm.ru) или по факсу: (495) 616-95-55.