

ISSN 2073-0098

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

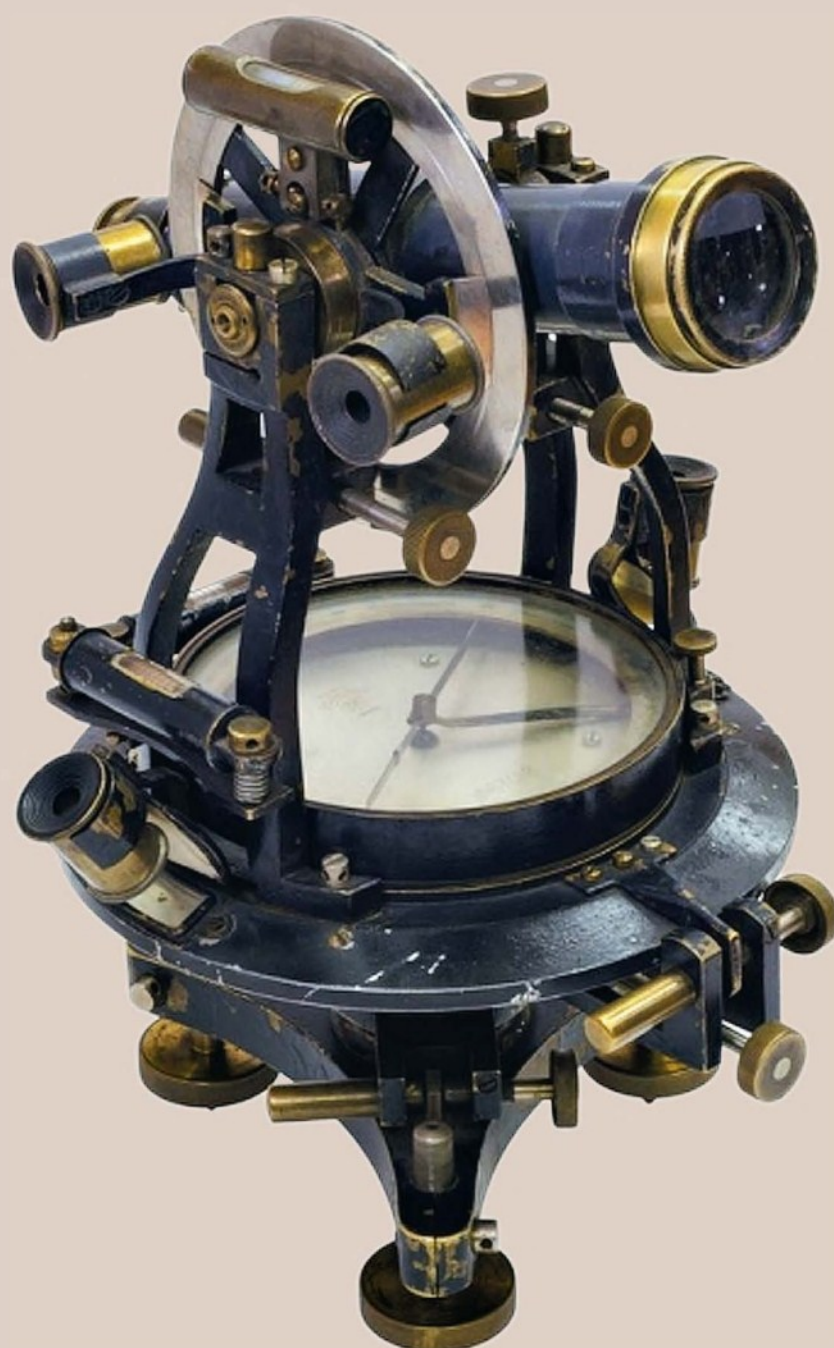
МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК

№4 (119)
июль-август
july-august

2017

MINE SURVEYING BULLETIN

www.mvest.su



TVB

ЧУ «ЦДПО «Горное образование»

ГОРНОЕ ДЕЛО
программно-информационный комплекс

К 25-летию издания журнала «Маркшейдерский вестник»

25 лет
1992–2017 гг.

Уважаемые Читатели, дорогие друзья и коллеги!

В октябре 2017 г. научному и производственному журналу
«Маркшейдерский вестник» исполняется 25 лет.

В 1992 г. его первый номер стал преемником и продолжателем журнала
«Маркшейдерские известия» – издания, организованного
в 1910 г. профессорами В. И. Бауманом и П. М. Леонтовским как
печатный орган маркшейдеров Юга России «Маркшейдерские
известия» выходили с 1910 по 1921 гг.

Сегодня журнал «Маркшейдерский вестник» является ведущим
специализированным изданием, которое вот уже четверть
века способствует развитию и повышению эффективности всего
комплекса маркшейдерских работ. Высокий научный
и профессиональный уровень журнала подтверждается его
включением в перечень ВАК.

*Приглашаем Вас принять участие в праздновании 25-летнего юбилея
основного журнала в отечественной маркшейдерии.*

*Ваши статьи, приветствия, поздравления и добрые пожелания
коллективу журнала будут опубликованы на страницах юбилейного
выпуска журнала, материалы в который принимаются
до 25.09.2017 г.*

Наши адреса :

- ✓ для писем и телеграмм: 107078, г. Москва, а/я №164
- ✓ для статей, приветствий и поздравлений: mark_vestnik@mail.ru
- ✓ телефон для справок: +7 (499) 261–51–51.

МВНАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ**ЖУРНАЛ**

№ 4 (119)

июль–

август

2017

**«МАРКШЕЙДЕРСКИЙ
ВЕСТНИК»**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН ОБЩЕРОССИЙСКОЙ
ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
«СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ»

Журнал издается 25-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходивших в России и СССР в 1910–1936 гг.

**УЧРЕДИТЕЛИ**

ООО «СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ»

ОАО «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

ИЗДАТЕЛЬ

ЧУ «ЦДПО «Горное образование»

РЕДАКЦИЯ**Главный редактор**

СУЧЕНКО Владимир Николаевич, д.т.н.

тел.: +7 (495) 632-22-55

Зам. главного редактора

НИКИФОРОВА Ирина Львовна

тел. +7 (926) 247-32-51

Редактор

КАПИТОНОВ Сергей Иванович

тел.: +7 (916) 919-82-71

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**Грицков Виктор Владимирович**

председатель редакционного совета, исполнительный директор ООО «Союз маркшейдеров России»

Алексеев Андрей Борисович

начальник отдела маркшейдерского контроля и безопасного недропользования Ростехнадзора

Гальянов Алексей Владимирович

д.т.н., профессор УГГУ

Глейзер Валерий Иосифович

д.т.н., зам. ген. директора

ООО «Геодезические приборы»

Гордеев Виктор Александрович

д.т.н., профессор, зав. кафедрой УГГУ

Гусев Владимир Николаевич

д.т.н., профессор, зав. кафедрой Санкт-Петербургского горного университета

Зимич Владимир Степанович

президент ООО «Союз маркшейдеров России»

Зыков Виктор Семенович

д.т.н., профессор, Кемеровский филиал АО «ВНИМИ»

Иофис Михаил Абрамович

д.т.н., профессор, г.н.с. ИПКОН РАН

Кашников Юрий Александрович

д.т.н., профессор, зав. кафедрой Пермского ГТУ

Кузьмин Юрий Олегович

д.ф.-м.н., профессор, исп. директор ИФЗ им. О. Ю. Шмидта РАН

Макаров Александр Борисович

д.т.н., профессор, член-корр. РАЕН

Навитний Аркадий Михайлович

зам. начальника управления маркшейдерского

обеспечения ГУРШ Минэнерго России, вице-президент

ООО «Союз маркшейдеров России»

Охотин Анатолий Леонтьевич

президент ISM, профессор, зав. кафедрой МДиГ Иркутского НИТУ

Черепнов Андрей Николаевич

главный инженер ПАО «АЛРОСА»

Юнаков Юрий Леонидович

к.т.н., профессор, зав. кафедрой Института горного дела СФУ

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 107078, г. Москва, а/я № 164**МЕСТО НАХОЖДЕНИЯ:** 105064, г. Москва,
Гороховский пер., д. 5, оф. 16**ТЕЛЕФОН РЕДАКЦИИ:** +7 (499) 261-51-51**E-MAIL:** mark_vestnik@mail.ru**САЙТ ЖУРНАЛА** www.mvest.su**ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ**

Агентства Роспечати 71675

Пресса России 90949

Урал-Пресс 71675

В течение года можно оформить подписку на журнал через редакцию

РЕГИСТРАЦИОННОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 0110858 от 29.06.1993 г.

ISSN 2073-0098

Выходит 6 раз в год

ОРИГИНАЛ-МАКЕТ: ООО «Дизайнерский центр
«ВАЙН ГРАФ»**ОТПЕЧАТАНО В ТИПОГРАФИИ:** ООО «Андоба Пресс»

ЗАКАЗ № 173415

ТИРАЖ 990 экз.

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

© ЖУРНАЛ «МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК»

СОДЕРЖАНИЕ

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

Н. К. Гринько

ЗАМЕТКИ НА ПОЛЯХ ЗАПИСОК «ПРОФЕССИЯ НА ВСЮ ЖИЗНЬ».....	6
<i>N. K. GRINKO NOTES IN THE MARGIN NOTES OF THE «PROFESSION FOR ALL LIFE»</i>	

В. В. Грицков

О НОВЫХ ТРЕБОВАНИЯХ ПО РЕГИСТРАЦИИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	13
<i>V. V. Gritskov ON NEW REQUIREMENTS FOR THE REGISTRATION OF DANGEROUS PRODUCTION OBJECTS</i>	

К. М. Мурин, И. Л. Никифорова, А. А. Давиденко

О ПРОЕКТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «МАРКШЕЙДЕР».....	17
<i>K. M. Murin, I. L. Nikiforova, A. A. Davidenko ABOUT THE PROJECT OF PROFESSIONAL STANDARD «MINE SURVEYOR»</i>	

ЮБИЛЕЙ ЧУ «ЦДПО «ГОРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ».....	21
<i>ANNIVERSARY OF THE TRAINING CENTER OF ADDITIONAL PROFESSIONAL EDUCATION «MINING EDUCATION»</i>	

НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В МУЗЕЙ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА.....	23
<i>NEW ADDITIONS TO THE MUSEUM OF MINE SURVEYING</i>	

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОЛИНИЙ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	29
<i>T. B. Rogova, S. V. Shaklein APPLICATION OF COMPUTER TECHNOLOGIES FOR DETERMINE THE POSITION OF THE ISOLINE MINING-GEOLOGICAL INDICATORS OF THE COAL SEAM</i>	

А. В. Гальянов, И. А. Шлемов

ТОЧНОСТЬ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СХЕМ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ	37
<i>A. V. Galyanov, I. A. Shlemov ACCURACY OF THE METHODS OF EQUALIZING MINE SURVEYING AND GEODESIC TRIANGULATIONS. ANALYTICAL METHOD</i>	

ГОРНАЯ ГЕОМЕХАНИКА

Ю. В. Васильев, А. Г. Плавник, А. В. Радченко

РАДЧЕНКО ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СОВРЕМЕННУЮ ГЕОДИНАМИКУ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	43
<i>Y. V. Vasil'ev, A. G. Plavnik, A. V. Radchenko THE TECHNOGENIC IMPACT OF HYDROCARBON PRODUCTION ON RECENT GEODYNAMICS OF SAMOTLOR OIL FIELD</i>	

А. В. Филатов

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КОМСОМОЛЬСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ	52
<i>A. V. Filatov DETECTION OF GROUND SURFACE LOCAL CRITICAL DEFORMATIONS ON KOMSOMOLSKOE FIELD BY A METHOD OF RADAR INTERFEROMETRY</i>	

В. Н. Гусев, Э. Б. Лонжид

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	58
<i>V. N. Gusev, E. B. Lonzhid FORECASTING OF POSITION OF BORDERS OF A ZONE OF INFLUENCE OF CONSTRUCTION OF TUNNELS IN THE CONDITIONS OF URBAN DEVELOPMENT</i>	

ЮБИЛЕИ

ГЕННАДИЮ ИОСИФОВИЧУ ШМАЛЮ – 80 ЛЕТ	64
<i>80-TH ANNIVERSARY OF GENNADIY IOSIFOVICH SHMAL</i>	

АЛЕКСАНДРУ ПЕТРОВИЧУ ВЕРЖАНСКОМУ – 50 ЛЕТ	65
<i>50-TH ANNIVERSARY OF ALEXANDER PETROVICH VERZHANSKY</i>	

ИНФОРМАЦИЯ

О СОВЕЩАНИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕРОССИЙСКОГО ПРОЕКТА ПОДГОТОВКИ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА ПО ОБОСНОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ	66
<i>ABOUT THE MEETING ON THE ORGANIZATION OF THE ALL-RUSSIAN PROJECT OF PREPARATION OF A LEGAL DOCUMENT FOR THE SUBSTANTIATION OF THE STABILITY OF PIT WALLS AND DUMPS</i>	

SUMMER SCHOOL НА БАЙКАЛЕ ДЛЯ ТАЛАНТЛИВЫХ СТУДЕНТОВ – МАРКШЕЙДЕРОВ И ГЕОДЕЗИСТОВ	68
<i>SUMMER SCHOOL AT BAIKAL FOR TALENTED STUDENTS – MINE SURVEYING AND SURVEYORS</i>	



НА ФОТОГРАФИИ ПЕРВОЙ СТРАНИЦЫ ОБЛОЖКИ: ЭКСПОНАТ МУЗЕЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА – ТЕОДОЛИТ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛИМБАМИ (СССР, Москва, з-д «Геофизика», 1927–30 гг.)

Продолжаем знакомить наших читателей с экспонатами Музея маркшейдерского дела при Союзе маркшейдеров России. В этом номере представляем Вашему вниманию повторительный теодолит одной минутной точности с металлическими лимбами производства завода «Геофизика».

Одноминутные теодолиты были наиболее распространены в начале XX в.

Горизонтальный закрытый кожухом лимб прибора имеет больший диаметр, чем открытый вертикальный. При лимбах – парные отсчетные верньеры с парными отсчетными лупами и иллюминаторами-светоотражателями, цена делений лимбов 20 минут, круглая буссоль в центре горизонтального лимба градуирована 0-90-0-90.

Данный теодолит имеет характерную для первых советских инструментов конструкцию – практически точное повторение теодолитов, выпускаемых фирмой Ф. Швабе (с 1917 г. – АО «Геофизика», с 1919 г. – фабрика «Геофизика», с 1922 г. – Оптико-механический завод «Геофизика» в составе треста Точной Механики, в 1930 г. завод «Геофизика» переходит в подчинение Всесоюзного объединения оптико-механической промышленности (ВООМП), с 1937 г. – завод № 217 Наркомоборонпрома, с 1966 г. – УОМЗ – Уральский оптико-механический завод). Заводское клеймо на приборе говорит о принадлежности завода к тресту Точной механики и с учетом пятизначного заводского номера позволяет датировать инструмент 1927–30 гг.

С ДНЕМ ШАХТЕРА

27 августа 2017 года традиционно свой профессиональный праздник отмечают шахтеры, чей нелегкий труд – это существенный вклад в успешное развитие экономики.

Отправной точкой зарождения праздника стало 31 августа 1935 года, когда забойщик шахты «Центральная – Ирмино» (Донбасс) Алексей Стаханов установил рекорд, добыв за смену 102 тонны угля при норме 7 тонн, перевыполнив норму добычи угля почти в 15 раз. Подвиг советского шахтера получил широкую огласку, а бьющ их трудовые рекорды работников стали называть «стахановцами» по всей стране.

Явление настолько распространилось, что 10 сентября 1947 года по инициативе министров угольной промышленности А. Ф. Засядько и Д. Г. Оника Указом Президиума Верховного Совета СССР был официально установлен (в последнее воскресенье августа) праздник «День шахтера». В начале 1948 года А. Засядько подписал приказ «О подготовке к праздни-

ку День шахтера». В нем отмечалось что все работники угольной промышленности должны встретить праздник производственными достижениями и улучшением жилищно-бытовых условий, были определены меры по укреплению трудовой дисциплины, вводу в работу новых машин, ускорению строительства и реконструкции шахт, даны задания по подготовке материалов для награждения особо отличившихся в труде шахтеров. 29 августа 1948 года состоялось первое празднование. Престиж шахтерской профессии в стране стал чрезвычайно высок.

Возвращаясь к истокам зарождения горной промышленности в нашей стране, стоит отметить, что Россия значительно позже других европейских стран приступила к промышленному освоению кладовой своих недр. Начало горному делу было положено во второй половине XV века при Великом князе Московском Иване III, когда в 1491 году первая русская экспедиция отправилась в Печорский край искать полезные ископаемые. В ходе экспедиции были открыты месторождения серебряных и медных руд на р. Цильма и был построен медный рудник, вследствие чего Россия начала чеканить монеты из собственного металла.

Мощный импульс горное дело получило в период царствования Петра I. Учреждением «Приказа рудокопных дел» (1700) открылась эпоха официального зарождения горного дела в России как базового сектора будущей промышленности. Петр I первым увидел «...пользу рудокопных заводов, от которых земля богатеет и процветает». Благодаря Именному Указу Петра I от 23 января 1720 года начался активный поиск и разведка ископаемого угля в южных регионах Российской империи. В последующие годы интенсивное развитие горнозаводской промышленности продолжилось в центральной части России, на Урале, в Сибири. Так, на Урале в начале XVIII века было построено около 10 железоделательных заводов; ведущее по-



*«Мы живы не потому, что бережем себя, а потому, что делаем дело жизни» Лев Толстой.
Надпись на памятнике шахтерам в Черемхово,
Иркутская область, Россия*



Бая Маре, Румыния

На памятнике надпись «Noroc bun!», что означает «Удачи!», всегда так необходимое шахтерское напутствие перед спуском в шахту

ложение занимают заводы братьев Демидовых, выпускавшие около 30 % чугуна в России.

Кроме того, 295 лет тому назад появился первый официальный государственный документ, положивший начало истории угольной промышленности России. Царь Петр I Именным Указом от 7 декабря 1722 года повелел искать каменный уголь в южных регионах Российской империи. Этот указ был издан через двадцать с лишним лет после учреждения «Приказа Рудокопных Дел», преобразованного в 1719 году в «Берг-Коллегию». Если припомнить известную легенду о якобы первом зна-

Никита Изотов. Горловка, Донецкая область, Украина

Памятник Изотову – первый в мире памятник рабочему. В 1932 г. забойщик шахты № 1 (Шахта «Кочегарка») Н. Изотов добился небывалой выработки, перевыполнив план угледобычи в 5 раз. Его опыт послужил началом «изотовского движения» – соцсоревнования за повышение производительности труда

комстве царя с углем, кусок которого ему был преподнесен казаками во время возвращения царя из Азовских походов (1695–1696), то до издания этих указов прошло достаточное время. Появление петровского Указа дало сильный толчок поиску угольных месторождений и явилось фактически началом становления отечественной угольной промышленности.

Поэтому нынешний год ознаменован рядом с 70-летием «Дня шахтера» и 295-летием появления петровского «угольного указа».

Сейчас День шахтера отмечают горняки России, Казахстана, Кыргызстана, Украины, Беларуси. Шахтеров ценят и уважают, устанавливая в их честь монументы не только в России, но и во всем мире. Для многих горнодобывающих регионов День шахтера является главным праздником и широко отмечается концертами под открытым небом и народными гуляниями.

Редакционная коллегия журнала «Маркшейдерский вестник» и Союз маркшейдеров России искренне поздравляет всех тружеников этой ведущей отрасли добывающей промышленности с профессиональным праздником. Желаем всегда с гордостью носить звание горняка и любить свою работу. Будьте счастливы, здоровы и успешны в вашем героическом труде!



ЗАМЕТКИ НА ПОЛЯХ ЗАПИСОК «ПРОФЕССИЯ НА ВСЮ ЖИЗНЬ»

От редакции: В июне 2017 года Донецкая область отметила свое 85-летие. В прошлом номере журнала мы опубликовали воспоминания ветерана Госгортехнадзора России и одного из ветеранов индустриального освоения Донбасса, выдающегося горного инженера-маркшейдера М. П. Васильчука. Отмечая юбилей Донецкой области, в этом номере мы публикуем воспоминания другого заслуженного горного инженера, крупного специалиста в области угольной промышленности Николая Константиновича Гринько, многие годы проработавшего в ставшем для него родным Донбассе. Работая на угольных предприятиях Донецкой области, он прошел путь от начальника участка до министра угольной промышленности Украины. В основу настоящей публикации положены его воспоминания, которые он написал к своему 80-летию, «Профессия на всю жизнь» с некоторыми корректировками к событиям сегодняшнего времени. Через год академику РАЕН, доктору технических наук, профессору Н. К. Гринько исполнится 90 лет.



Н. К. Гринько

Не вдаваясь в обновление своих записок «Профессия на всю жизнь», не меняя своих взглядов и оценок, хотелось бы дополнить отдельные фрагменты прошедших лет в виде «Заметок на полях».

Одним из фрагментов может быть такой вечный вопрос, как «Что такое Донбасс и его роль и место в угольной отрасли страны».

Донбасс – это школа в становлении и развитии шахтерских традиций в до- и послевоенный период и их практическое решение, особенно в вопросах управления и его роли в решении задач и проблем при подземном способе добычи. Подземный способ добычи в Донбассе приурочен к выемке угля в сложнейших условиях, таких как тонкие пласты, крутое падение, сложность проветривания газоносных и взрывоопасных пластов, это глубина разработки до 1000 и

более метров, обилие горно-геологических нарушений, водообильность, пожароопасность... в общем, целый букет «прелестей».

Что такое тонкий пласт – это когда при «передвижении» на лаве полного падения (мощность 0,6–0,9 м, угол падения – 10–12°) возможен только вариант по-пластунски, на крутом падении (мощность 0,55–0,7 м, угол падения – до 90°) – это подбор забойщиков с размером обуви до 40 см. Донбасс имеет только ему присущие условия, нигде в других бассейнах не имеющих повторений. При знакомстве в 1962 г. с шахтами Кузбасса, будучи гостем Владимира Федоровича Крылова, тогдашнего главного инженера самого крупного комбината Союза (Кузбассуголь), я был свидетелем, когда главный инженер треста Южкузбассуголь ходатайствовал о списании с баланса запасов пласта мощностью 1,2 м как нерабочего.

Следует отметить, что сложные горно-геологические условия стимулировали развитие научно-технического прогресса при добыче и переработке углей Донбасса, и не случайно первые выемочные комбайны, скребковые конвейеры, гидростойки, мехкрепии были апробированы и получили путевку в жизнь на шахтах Донбасса.

Надо сказать, что лучшие научно-исследовательские, конструкторские кадры ковались в институтах Донбасса: ДонУги, Донгипромаш, МакНИИ, Автоматпроект, которые

внедряли свои разработки через заводы угольного машиностроения Дружковки, Горловки, Артемовска, Харькова. Шахты современного технического уровня проектировались в старейших институтах Южгипрошахт, Донгипрошахт, Днепрогипрошахт, Луганскпроект. Сложные условия требовали большого умения, глубоких знаний, смекалки, терпения и выносливости.

Сейчас, встречаясь с ветеранами, которых, к сожалению, остается все меньше и меньше, в Донбассе – на День Шахтера, в Москве – на собраниях Землячества, с удовольствием и юмором вспоминаем разные эпизоды, связанные с преодолением сложностей при покорении Донбасса и как уместна здесь фраза, высказанная поэтом: «Без хлеба и угля не вертится Земля».

Конечно, при развитой газовой, нефтяной, да и атомной промышленности, такие «адские» условия добычи угля подземным способом можно игнорировать, но в послевоенный период уголь составлял более 80 % топливного баланса, а развивающаяся ме-

таллургия требовала кокса, поэтому государство сознательно шло на стимулирование и поддержку добычи Донецких углей, направляя сюда материальные, людские и денежные ресурсы для решения этой задачи.

По-видимому, накопленный опыт отработки угольных пластов подземным способом, механизация и автоматизация производственных процессов, новые способы обогащения и переработки угля, искусство управления могут с успехом быть использованы при отработке подземным способом имеющихся запасов угля в Донбассе при поддержке и заинтересованности государства, обеспечивая его конкурентоспособность.

Мой оптимизм зиждется на опыте производственной, управленческой и государственной деятельности в течение многих лет работы не только в угольной, но и в других отраслях и направлениях. Начало накопления опыта уходит в далекие сегодня 50-е годы прошлого столетия на шахты послевоенного Донбасса. Как правило, в те



Донбасское землячество в День шахтера на Красной площади, 1997 г.

годы угля всегда не хватало, поэтому отрасль работала без выходных и праздничных дней, круглосуточно и круглогодично. В газетных сводках по выполнению плана объем добычи резко поднимался свыше 90 %, а количество шахт, выполняющих план, было считанные единицы. В то же время основными оценочными показателями работы трестов, шахт, участков было количество тонн за смену, сутки, неделю, месяц. На этих цифрах строились и складывались взаимоотношения руководителей участков с руководством шахты, руководителей шахт с трестом и другими хозяйственными и директивными органами. Подтверждением напряженности служила оперативная отчетность (по часам) на шахте, в тресте, а по суткам – на всех уровнях управления вплоть до министерства.

Слово «план», а особенно его выполнение, носило всеобъемлющий характер, который входил в плоть и кровь любого человека, соприкасающегося с шахтой. Уже в 1970-х гг. автор встречался в Германии с бывшими военнопленными, работающими на угольных шахтах Союза, и на вопрос: «Что запомнилось Вам о том периоде жизни?» ответ был однозначным: «План!», так как от его выполнения зависели норма питания и денежное довольствие, а также лояльность начальства к рабочим. Кроме выполнения плана по добыче угля иногда вспоминали об

объемах прохождения подготовительных выработок. Что касается экономических показателей, то они носили символический характер. Об этом свидетельствует такой факт: как-то на отчете у министра на упрек начальнику шахты, что у него в динамике все показатели со знаком минус (добыча, подготовительные работы, производительность), был выражен протест, а именно: «Александр Федорович, это неправда! Так как показатели зольность и себестоимость идут со знаком плюс!». Это ответ на уровне начальника шахты.

Непрерывная работа шахт отрицательно влияла на состояние горного хозяйства, особенно на аварийность с машинами, механизмами, содержанием выработок, путевого хозяйства, что сдерживало развитие шахт, особенно с углублением работ и увеличением горного давления, выделением газа метана и ухудшением проветривания шахт.

Работая начальником участка № 3 на шахте «Сталинский забой» треста «Краснолучуголь» с 1953 г., где при плане добычи по шахте в 1000 т/сутки шахта выполняла план на 60–65 %, я видел выход только в увеличении нагрузки на очистной забой. И это на пласте полого падения с мощностью 0,62 м, при работе врубовых машин, ручной навалке угля на конвейер, ручном креплении выработок деревом, но главным тормозом был транспорт, оборудованный бесконечной откаткой, неудовлетворительное сечение которого приводило к бесконечным авариям, а при непрерывной работе на ремонт времени не было. Участок имел две лавы, длиной 160 м каждая, и при глубине бара врубовой машины 1,8 м с цикла мог выдать порядка 250 т/сутки каждая, т. е. 500 т/сутки. Однако из-за аварийности на транспорте добыча выше 300 т/сутки не поднималась. Участок был укомплектован рабочими в основном 1927–1928 гг. рождения, выходцами из Западных областей Украины, которых, призвав на службу в армию в год окончания войны, направили на трудовой фронт – на шахты. Рабочие свою специальность любили, были высококлассными специалистами своего дела и умели работать. Но согласиться с такими потерями на транспорте не могли. И нами было принято решение: переходим



*Встречи с коллегами и передовиками
производства, Донецк*

на добычу в очистном забое с 3–8-часовых смен на 2 смены, а 3-ю выделяем на остановку и ремонт уклона. Предложение это было встречено моими коллегами – начальниками других участков – «в штыки». Так как они не могли уяснить, что за 2 смены можно выполнить 3-сменный объем работы. После долгих споров наше предложение было принято. И наш участок за 2 смены начал перекрывать объем предыдущих 3 смен. Наконец вышли на объем одного цикла (250 т) в сутки, что явилось прообразом цикличной (правильнее сказать, ритмичной) организации труда, когда весь процесс выемки угля укладывался в 2 смены, а в 3-ю смену велись подготовительные работы по спуску в исходное положение врубовой машины, постоянное крепление очистного забоя, проведение бутовых и вентиляционных выработок и т. д. Нарушение цикла не допускалось, так как отсутствие порожних вагонов из-за ремонта на уклоне не позволяло вести другие работы, кроме подготовительных. Соблюдение такого ритма давалось нелегко: в процессе добычи возникали неполадки с оборудованием, электроэнергией, управлением кровлей. Неполадки необходимо было устранять на ходу, на этом воспитывалась ответственность каждого исполнителя за свою работу, от забойщика, слесаря, механика, горного мастера и до начальника участка.

В учебнике «Разработка месторождений полезных ископаемых» Л. Д. Шевякова на с. 307 написано: «Важнейшим залогом успешности перевода лавы на цикличность является очень тщательная подготовка и разработка всей организации работ применительно к местным условиям, а при ведении работ по цикличному графику – соблюдение всех предпосылок и условий, которые обеспечивают выполнение цикличности. Словом, цикличность – это наилучшие условия для работы, высокой производительности и высокого заработка».

Если внимательно посмотреть на график организации работ при одном цикле в сутки при врубовой машине и ручной погрузке угля и осуществлять его в производстве, то за частотой линий и цифр видятся и вспоминаются участники реализации этого гра-

фика. Такие, как машинисты врубовой машины Коваленко и Демидас, бригадиры Ша-тохин и Игнатов, бутчики Косовцов и Орлов, бурильщики по углю и крепильщики лавы, лесодоставщики, взрывники, электрослесари, вагонщицы. Именно вагонщицы, потому что тогда в шахте работали женщины, наиболее аккуратные и исполнительные работники, честь им и слава.

Гармоничное исполнение графика в течение длительного времени шлифует индивидуальные способности каждого исполнителя, добиваясь совершенства, мастерства и психологической совместимости исполнителей. Психологической, потому что только взаимное доверие и взаимовыручка позволяют достигать требуемых результатов.

Работа по графику цикличности позволила ввести работу участка в устойчивый ритм, поднять квалификацию и ответственность каждого работника. В конечном итоге наши две 3 и 4 западные лавы по пласту «садовый» начали регулярно выдавать 600 т/сутки, что было равнозначно $\frac{3}{4}$ плана шахты. Другие 3 участка работали плохо, шахта в целом не выполняла план, и, как следствие, я из начальника участка был назначен главным инженером этой шахты.

Работа начальником участка дала мне возможность осмыслить значение этой первичной хозяйственной единицы шахты, где складываются определенные взаимоотношения руководитель–рабочий и создается творческая и психологическая совместимость, решающая успех дела.

В дальнейшей работе меня никогда не оставляла мысль о начальнике участка как о решающем звене угольного предприятия, где начинается формироваться личность.

Кто не прошел эту ступеньку, всегда чувствовал свою ущербность. О значимости этой должности говорит тот факт, что за период 1948–2001 гг. среди плеяды Героев Социалистического Труда Украины числится 21 начальник участка. Из них двое (Бридько Иван Иванович и Стрельченко Иван Иванович) были удостоены этого звания дважды. Кстати, за этот период Героя Социалистического Труда удостоились из начальников шахт только 19 человек. Поэтому плеяда начальников участков за-

служивает особого внимания. И даже сегодня, полвека спустя, в запутанной структуре управления шахтой, среди засилья коммерсантов и экономистов, к счастью, сохранилась должность начальника участка. Когда нужен резерв на выдвижение руководителей шахты, в первую очередь его ищут среди начальников участка. Эта должность, в принципе, не инженерная, но каждый инженер должен ее пройти. Время нахождения на этой должности зависит от обстоятельств, но в любом случае оно не должно превышать 3–5 лет. Иначе специальность инженера будет потеряна. Навсегда.

Следующей «незаметной» в отношении наград должностью является должность главного инженера (шахты, треста, комбината), где автор проработал в общей сложности порядка 12 лет. Этот инженерный опыт мне пригодился на должности начальника главного технического управления министерства Союза. Будучи выпускником Ленинградского (ныне Санкт-Петербургского) горного института (1952), я всегда гордился званием «горный инженер», впервые установленным в России в 1834 г. Горные инженеры того периода обладали разносторонними знаниями в области горного и маркшейдерского искусства, металлургии, горной механики, законодательства, горного хозяйства. Студенческий период обучения в старейшем вузе страны, прохождение практик на угольных шахтах Черемхова (1950), Донбасса (1951), Караганды (1952) создали прочный фундамент знаний и практических навыков, что пригодилось в дальнейшем в работе на практике. Замечательные педагоги, горные инженеры с большой буквы: Б. В. Бокий, Д. Ф. Борисов, В. Д. Слесарев, А. А. Борисов и десятки других великих индивидуальностей заложили в нас прочный фундамент для специальности «разработка месторождений полезных ископаемых».

Возвращаясь к должности главного инженера, следует очертить круг его обязанностей, ответственности и правовой статус. Толковый словарь поясняет, что слово «инженер» латинского происхождения и означает склонность к изобретательству. Инженер – поборник всего нового, передового и прогрессивного. А горный инженер

– это особый специалист, отвечающий за целесообразность и правильность разработки полезных ископаемых при соблюдении норм, правил, обеспечивающих безопасность условий труда. Должность «главный инженер» в иерархической структуре предприятия означает его причастность к управленческим функциям коллектива с соответствующим распределением обязанностей и прав в управлении предприятием. Здесь, как правило, и возникают противоречия и трения между руководителем (директором) предприятия, как единоначальником, и подчиненными подразделениями, которые, в свою очередь, находятся в подчинении главного инженера. И цели, и задачи этих сторон часто не совпадают. Директор предприятия (шахты, разреза) в наше время всецело отвечал за объем добычи в смену, сутки, месяц. А так как угля все время не хватало, то эта краткосрочная цель отодвигала на задний план перспективные вопросы развития шахты, разреза. Конкретно: объем подготовительных и вскрышных работ, ремонт выработок, состояние проветривания и энергоснабжения – все это всегда являлось затратным и влияло на сиюминутные результаты в сторону их уменьшения. А за невыполнение даже суточного плана директору приходилось выслушивать «лестные» слова от всех вышестоящих начальников. Умение построить правильные взаимоотношения между директором и главным инженером – это ахиллесова пята в управлении любым предприятием, а не только на шахтах и разрезах.

Работу главным инженером комбината Луганскуголь с 1962 по 1969 гг. я считаю «золотым периодом» своей инженерной деятельности как по срокам, так и по результатам. В это время на десятках шахт комбината осуществлялась капитальная реконструкция с прохождением вертикальных стволов, подготовкой капитальных горизонтов, усовершенствование схем проветривания (шахты 7 им. Мельникова, 4–6 Карбонит, Горская, 1–2 Новая Голубовская, им. XVII Партсъезда, им. Ильича, им. Дзержинского, Украина, им. Артема, Белореченская, Черкасская и др.). Отработанная и отлаженная схема слежения за

развитием шахт, добрые взаимоотношения с шахтостроительными организациями, предметная работа с проектными и научно-исследовательскими организациями – это обширное поле деятельности главного инженера, всесторонняя поддержка со стороны руководства комбината не могли не отразиться на росте технико-экономических показателей и получении личного удовлетворения в работе.

Так, динамика добычи комбината Луганскуголь за 1960–1970 гг. изменилась с 9,6 млн т в 1960 г. до 11,9 млн т в 1970 г., прирост составил 2,3 млн т.

В личном плане мной были обобщены новые технические решения, реализованные при подготовке новых горизонтов в виде диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Исследование влияния способов подготовки шахтных полей на уровень концентрации горного хозяйства» (Москва, 1968 г. Научный руководитель А. С. Кузьмич, официальные оппоненты А. С. Стугорев, М. И. Устинов).

Успешная работа, повышение личного уровня не могли не сказаться на дальнейшем карьерном росте, а именно: 1970 г. – заместитель министра угольной промышленности Украины, затем, с сентября 1970 г. – начальник Технического управления, член коллегии Министерства угольной промышленности СССР, работа в котором (1970–1978 гг.) были вторым «золотым периодом» инженерной, научной и педагогической деятельности.

Большое количество научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, заводов угольного машиностроения, опытно-экспериментальной базы не всегда обеспечивали отрасль лучшими видами машин, механизмов, приборов и аппаратов.

При возможности видеть в натуре в ряде угледобывающих стран новейшие образцы горной техники, оценивая их технический уровень, невольно возникал вопрос: почему в Союзе все виды применяемой новой техники (кроме оборонной) имели более низкий технический уровень по сравнению с зарубежной? Если взять такие широко распространенные механизированные комплексы



*Празднование 50-летия стахановского движения в городе Стаханов
Луганская область*

для подземной добычи угля, изготавливаемые на заводах угольного машиностроения Союза (Дружковки, Узловая, Горловка, Артемовск, Киселевск), то они не шли ни в какое сравнение, особенно по надежности, с комплексами фирм Доут и Хемшаадт и других. На мой взгляд, здесь сказывался технический уровень машиностроительной базы, но главным, пожалуй, был фактор отличий ответственности хозяйственных руководителей за выполнение плановых показателей и натуральных показателей производства при наличии конкуренции.

Невыполнение плановых показателей приводило только к смене руководителей, предприятия же продолжали функционировать, в то время когда выпуск неконкурентной продукции автоматически приводит к банкротству со всеми вытекающими последствиями, чему мы сегодня являемся свидетелями и в ряде случаев участниками перехода общественной собственности в другие рыночные формы (акционерные общества, частное предпринимательство, холдинги, компании).

Следствием перехода к рыночным условиям явилось банкротство целого ряда научно-исследовательских организаций как неспособных выпускать конкурентоспособную продукцию, востребованную производством. С другой стороны, производственники воочию убедились, что без реализации элементов научно-технического прогресса нель-

зя обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции, в нашем случае – качественного угля при минимальных затратах. Конкуренция прошла разрушающим катком по всем видам продукции, выпускаемой в Союзе, таким как автомобили, предметы быта, тракторы и самолеты, одежда и обувь, вычислительная техника, телевизоры, средства связи, и только спустя двадцать лет появляются обнадёживающие островки российского производства и не дай бог их разрушить необдуманным вступлением в ВТО с ее всепоглощающей глобализацией.

Наряду с материальным производством необходимо развитие науки через систему образования и создание новых организационных форм научных исследований, как фундаментальных, так и прикладных, за счет стимулирования последних со стороны производства.

Жизненный опыт, участие в обучении, подготовке и переподготовке кадров для угольной отрасли позволяет мне сформулировать лестницу движения специалистов, оканчивающих горные институты по инженерной специальности, а именно: первая ступень – начальник участка, цеха, отдела; затем, после 1–2 лет и соответствующей переподготовки – руководитель предприятия, в зависимости от способности и наклонности. Если первый руководитель – это организатор вообще и главное – работа с внешней средой, то технический руководитель (главный инженер) – это поборник технологии и техники на основе технического прогресса, ибо без него технология мертва.

Комплектование высшего звена управления происходит, как правило, из руководителей предприятий после определенного опыта работы и соответствующей переподготовки (типа президентской программы). Опытным руководителем считается со стажем работы 3–5 лет, если после этого срока нет роста выше, то желательно делать горизонтальную ротацию кадров. Появилось направление по специальности менеджер, возможно его применение по узкой или специфической направленности, такой как менеджер продаж,

материально-технического снабжения, по механизированным крепям, по расходованию металла. Считается правильным, что из инженера всегда можно сделать менеджера, обратное – исключено.

Существующее лоббирование техники безопасности и охраны труда, экологии путем создания специальных служб на предприятии, по моему убеждению, неэффективны, если создаются с целью контроля, без привязки к процессу, так как всякое нагромождение надзора над процессом носит паразитический характер, ибо любой процесс при добыче угля должен удовлетворять условиям безопасности и быть эффективным. А для контроля есть специальные органы надзора. К сожалению, на сегодняшний день все органы надзора (а их целая плеяда) в России вооружены огромным ворохом правил и инструкций, законов и подзаконных актов, которые иногда плохо выполнимы и, как следствие, являются орудием воздействия на руководителей производства со стороны надзора. Примером могут служить ПБ (правила безопасности) в угольной промышленности, где количество параграфов переваливает за тысячи...

Будучи участником конференции МОТ по безопасности в Женеве, я поинтересовался у английских горных инженеров их мнением о наших ПБ и их сравнение с ПБ на шахтах Англии, где обходились 184 параграфами правил. Я получил разъяснение, что «ваши правила хороши. Но в них очень много пожеланий, а мы записываем в правила только то, что мы можем выполнить...». К сожалению, в отечественной практике до сих пор остались «пожелания» как правила, что и демонстрирует сегодняшний Ростехнадзор. Мое мнение зачастую не разделяют многие специалисты, особенно связанное с надзором, но мой многолетний производственный опыт от азов производства позволяет иметь такое суждение. Глядишь, и в России поймут, что контролировать нужно только то, что мы можем и должны неукоснительно делать, а «пожелания» оставить для обсуждения в научных кругах для нахождения эффективных решений на практике.

Гринько Николай Константинович, горный инженер, д-р техн. наук, профессор

О НОВЫХ ТРЕБОВАНИЯХ ПО РЕГИСТРАЦИИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрены новые требования по регистрации опасных производственных объектов применительно к специфике недропользования. Даны разъяснения по использованию существующих легитимных механизмов принятия технологических решений в процессе регистрации опасных производственных объектов на уровне законодательства о недрах.

Ключевые слова: опасные производственные объекты; регистрация опасных производственных объектов; недропользование; законодательство о недрах; проектная документация; технологические решения; экспертиза промышленной безопасности; технические проекты; планы; схемы.

V. V. Gritskov

ON NEW REQUIREMENTS FOR THE REGISTRATION OF DANGEROUS PRODUCTION OBJECTS

Reviewed new requirements for the registration of dangerous production objects with regard to the specifics of subsoil use. Clarified use of existing legitimate mechanisms for the adoption of technological solutions in the process of registration of dangerous production objects at the level of the subsoil legislation.

Key words: dangerous production objects; registration of dangerous production objects; subsoil; legislation on subsoil; design documentation; process solutions; industrial safety expertise; technical projects; plan; scheme.

В нормативные требования по регистрации опасных производственных объектов (далее – ОПО) в последнее время введены дополнительные новшества. Остановимся на одном из них. Подпунктом 4 пункта 14 «Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов», утверждённых приказом Ростехнадзора от 25.11.2016 № 495 (регистрация в Минюсте России от 22.02.2017 № 45760) (далее – Требования) впервые предусмотрено включение в пакет подаваемых для регистрации документов выдержек из проектной или иной документации на ОПО капитального строительства. При этом предлагается выдержки брать из подраздела «Технологические решения», а также указывать реквизиты заключения соответствующей экспертизы здания и сооружения на ОПО, в котором будут осуществляться технологические процессы.

Требование содержит неопределённость: какие же технологические решения

имелись ввиду – на стадии строительства ОПО или на стадии его эксплуатации. Для отраслей промышленности, в которых ввод новых объектов в эксплуатацию осуществляется на основании комплексных проектов, включающих обе стадии и проходящих госэкспертизу, данная неопределённость значения не имеет. В недропользовании же из-за особой сложности специфики работы, связанной с постоянно уточняющимися горно-геологическими условиями, ситуация иная.

В практике недропользования встречаются как комплексные проекты строительства и эксплуатации ОПО, так и проекты только на стадию его капитального строительства. Имеются также отдельные проекты для горных предприятий на их эксплуатацию. Технологические решения для каждой из этих стадий имеют существенное различие.

Регистрируется уже построенное и сданное в эксплуатацию ОПО, и государство, в лице его надзорного органа, стадия строи-

тельства не должна интересоваться, для этого необходимые процедуры уже исполнены. В этом случае требование относится к явно избыточным и подлежит исключению.

В качестве подтверждения готовности к эксплуатации ОПО проверка наличия легитимных технологических решений по его эксплуатации мера вполне разумная. Тем более, что для объектов недропользования имеется требование законодательства о недрах по ведению работ на основании технических проектов, планов и схем. В этом случае следует перекладывать сведения о технологических решениях на стадию эксплуатации ОПО.

Но здесь возникают иные вопросы. В Требованиях заложена идеология Градостроительного кодекса РФ, по которой для новых ОПО используется проектная документация, проходящая госэкспертизу (в случае техперевооружения – экспертизу промбезопасности). В минерально-сырьевом комплексе для стадии эксплуатации наряду с госэкспертизовской проектной документацией существуют дополнительные виды документации – уже упоминавшиеся технические проекты, подлежащие согласованию с Центральной комиссией по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра (далее – ЦКР), а также планы и схемы, подлежащие согласованию с Ростехнадзором.

Эти специальные виды документации, в которых на практике сосредоточены основные вопросы промышленной безопасности при эксплуатации ОПО в недропользовании, не попадают под понятие капитального строительства. Кроме того, по старым объектам продолжают действовать технические проекты, прошедшие, в соответствии с ранее действовавшими требованиями, согласование с Ростехнадзором или Минэнерго России, или экспертизу промышленной безопасности.

Характерные для недропользования виды согласований проектной и технической документации и их экспертиза промышленной безопасности, за исключением вопросов технического перевооружения, разработчиками Требований **не были учтены**. Для условий непрерывного снижения качества работы госаппарата с перманент-

ной заменой технических специалистов на универсальных юристов ситуация стандартная и, к сожалению, неизбежная.

Не очень понятно требование о представлении реквизитов экспертизы зданий и сооружений. Для новых ОПО эти здания и сооружения входят в состав проекта строительства и проходят госэкспертизу, экспертиза промышленной безопасности осуществляется в отношении зданий и сооружений только в отдельных случаях. Для условий недропользования это требование ещё более непонятно, так как горные работы обычно осуществляются за пределами зданий.

В «Административном регламенте по предоставлению Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов», утверждённом приказом Ростехнадзора от 25.11.2016 № 494 (регистрация в Минюсте России от 02.02.2017 № 45502) (далее – Административный регламент), загадочная экспертиза зданий и сооружений исключена, введено иное более логичное требование, по каким-то причинам выпавшее из Требований, по приведению реквизитов экспертиз на проектную документацию. Но и здесь введено ограничение только в отношении объектов капитального строительства.

Между тем для давно построенных ОПО само понятие объекта капитального строительства неприменимо, так как на законодательном уровне в современном понимании этот термин появился относительно недавно.

На практике неоднозначность трактовки указанных пунктов Требований и Административного регламента приведет к осложнению процедур регистрации ОПО. В этой связи целесообразно в обоих документах дать единую формулировку в следующей редакции: *«текстовую часть проектной документации (документации), содержащую технологические решения по эксплуатации опасного производственного объекта (с указанием наименования проектной документации (документации) и реквизитов*

соответствующих согласований и (или) экспертиз, предусмотренных требованиями законодательства)».

Такие предложения направлялись от НП «СРГП «Горное дело» в РСПП и в Ростехнадзор. Они были обсуждены на Научно-техническом совете Ростехнадзора и в целом одобрены. Будем ожидать корректировки указанных нормативных документов.

При некоторой правовой шероховатости существующих формулировок их смысл сводится к тому, что в пакет документов должны включаться выдержки из прошедших в установленном законодательством порядке апробацию проектных и иных документов с технологическими решениями по эксплуатации ОПО. Это позволяет уже сегодня, не дожидаясь поправок, проводка которых на практике иногда затягивается на годы, учитывать специфику недропользования и использовать всю гамму существующих легитимных механизмов принятия технологических решений.

Для объектов недропользования следует учитывать требование подпункта 2 части второй статьи 22 Закона Российской Федерации «О недрах», в соответствии с которым пользователь недр обязан обеспечить соблюдение требований технических проектов, планов или схем развития горных работ. Таким образом, для объектов недропользования определённо речь идёт о технологических решениях по освоению месторождений полезных ископаемых.

В развитие этих требований постановлением Правительства Российской Федерации за № 814 от 06.08.2015 «Правил подготовки, рассмотрения и согласования планов и схем развития горных работ по видам полезных ископаемых» (далее – Правила подготовки) предусмотрена возможность принятия технологических решений по освоению месторождений в планах и схемах развития горных работ.

Подпунктом 1 пункта 24 Административного регламента к основаниям для внесения изменений в сведения, содержащиеся в Государственном реестре опасных производственных объектов (далее – Реестр), отнесено изменение состава ОПО, в том числе при изменении: количественного и каче-

ственного состава технического устройства (замена оборудования или реконструкция, использование на ОПО новых (дополнительных) технических устройств.

В соответствии с пунктом 25 Административного регламента заявитель в этих случаях представляет соответствующие документы. В случае, когда указанные изменения попадают под действие Градостроительного кодекса РФ, подтверждающими документами в соответствии с общим требованием подпунктом 4 пункта 21 Административного регламента должны быть выдержки из проектной документации на строительство или реконструкцию или техническое перевооружение ОПО. В случае недропользования к этим основаниям в соответствии с Правилами подготовки относятся также выдержки из планов или схем развития горных работ, согласованных с Ростехнадзором.

При регистрации ОПО или внесении изменений в Реестр требуется представление технологических решений из состава узаконенной проектной или технической документации, а также оценка соответствия представленных документов реальным технологическим процессам ОПО. Это отвечает механизму регистрации ОПО, как проверки готовности организации к их безопасной эксплуатации. Важнейшей составной частью этой готовности является наличие законных технологических решений по эксплуатации, что и обусловило введение указанных требований, как бы их не пытались запутать юристы.

В практике зачастую встречаются случаи эксплуатации ОПО без наличия соответствующей проектной и иной легитимной документации. Ещё чаще за такую документацию выдают документацию по строительству ОПО без технологических решений по их дальнейшей эксплуатации. В случае крупных неприятностей такая практика будет трактоваться правоохранительными органами как невыполнение должностными лицами Ростехнадзора требований законодательных актов. Рассмотрение в процессе регистрации ОПО данных вопросов как раз и является одной из мер по профилактике правонарушений.

Использование в недропользовании схем развития горных работ, включая схемы эксплуатации объектов обустройства месторождений углеводородного сырья, значительно снизило бы риски конфликтных ситуаций с органами Ростехнадзора как при проведении ими проверок, так и в случаях разрешительной деятельности, включая регистрацию ОПО. При этом для старых объектов недропользования использование схем во многих случаях является единственным реальным механизмом восстановления и актуализации проектной документации на их эксплуатацию.

Эти объекты давно построены и однозначно не подпадают под действие госэкспертизы. Рассмотрим второй гипотетичный вариант решения проблемы через документацию компетенции ЦКР.

В виду того, что при эксплуатации зачастую давно устаревшего оборудования преобладающее значение имеют вопросы безопасности, втягивание всех необходимых мероприятий по промышленной безопасности, включая графики производства экспертиз промышленной безопасности, диагностик оборудования, различных видов ремонтов,

в проектную документацию на разработку месторождений, подлежащую согласованию с ЦКР, будет носить явно искусственный характер. Если даже Роснедра рискнут так значительно вмешаться в компетенцию Ростехнадзора, то после первой же резонансной аварии глубоко в этом раскаются. Роснедрам вопросы безопасной эксплуатации старого оборудования не нужны, в их структуре подготовки проектной документации такие вопросы закономерно опущены, так что путь этот тупиковый.

Какое-то участие в решении проблемы могут принять проекты технического перевооружения и экспертизы промышленной безопасности объектов. Но, исходя из практических реалий горняцкой жизни, можно смело утверждать, что кардинально справиться с задачей обеспечения процессов горного производства легитимными технологическими решениями можно только с использованием схем, которые как раз именно для этой задачи и предлагались на уровне законодательства о недрах.

*Грицков Виктор Владимирович,
Председатель Совета
НП «СРГП «Горное дело»*

Уважаемые коллеги!



В целях исполнения новых требований по составлению и согласованию планов развития горных работ на 2018 год ЧУ «ЦДПО «Горное образование» предлагает Вам подключиться к комплексу информационных ресурсов «Горное дело» (КИР «Горное дело»).

КИР «Горное дело» содержит материалы по широкому кругу вопросов горного дела, включая справочную, техническую и нормативно-правовую литературу.

В Комплексе представлены модули предаттестационной подготовки по промышленной безопасности, включая направления А, Б1, Б2, Б4, Б5, Б6, Б10, соответствующие требованиям Ростехнадзора, по охране труда, специальная учебно-аттестационная программа «Маркшейдерское дело». Подключая Комплекс, Вы также будете получать ежеквартальные обзоры с новостями в сфере недропользования и анализом состояния нормативно-методической базы, а также электронную версию журнала «Маркшейдерский вестник».

ЧУ «ЦДПО «Горное образование» является лидером в повышении квалификации инженеров горных специальностей. Комплексом на протяжении ряда лет пользуются наши учащиеся и слушатели, мы имеем многолетний опыт работы с крупными горными компаниями, ведущими научными и учебными центрами, специалистами надзорных органов.

Помимо установки на предприятиях, Комплекс в рамках благотворительной программы безвозмездно передан в ряд вузов и библиотек для профорientации школьников и подготовки новых поколений горняков.

Стоимость подписки на КИР «Горное дело» (в месяц) составляет 16 667 руб. для юридических лиц и 4167 руб. для индивидуальных предпринимателей.

Более подробная информация на сайте gorobr.ru.

О ПРОЕКТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «МАРКШЕЙДЕР»

Рассмотрены промежуточные итоги формирования основных элементов новой системы профессиональных квалификаций в России. Приведена информация о ходе разработки профессионального стандарта «Маркшейдер», инициированной Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России».

Ключевые слова: система профессиональных квалификаций; квалификационные характеристики; недропользование; маркшейдерские работы; Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»; профессиональный стандарт «Маркшейдер».

K. M. Murin, I. L. Nikiforova, A. A. Davidenko

ABOUT THE PROJECT OF PROFESSIONAL STANDARD «MINE SURVEYOR»

In the article intermediate results of formation of the basic elements of the new system of professional qualifications in Russia are considered. The information On the progress of the development of the professional standard «Mine surveyor», initiated by the All-Russian public organization «Union of mine surveyors of Russia».

Key words: system of professional qualifications; qualifying characteristics; subsoil use; surveying work; All-Russian public organization «Union of mine surveyors of Russia»; professional standard «Mine surveyor».

С момента введения в нормативно-правовые акты Российской Федерации понятия «профессиональный стандарт» прошло почти пять лет. В соответствии с [1] профессиональный стандарт (ПС) определяется как характеристика квалификации, необходимая работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, а квалификация, в свою очередь, – как уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы работника. Ранее квалификационные характеристики специалистов, трудовые действия конкретных должностей, требования к знаниям, умениям и стажу работы описывались Едиными квалификационными справочниками (ЕКС и ЕТКС) (применительно к рассматриваемой в статье сфере деятельности – [2, 3]). Но справочники к настоящему времени устарели, требования к ряду профессий на практике радикально изменились, а новых современных специальностей в этих справочниках просто нет. На смену квалификационным справочникам, различным техническим регламентам и должностным инструкциям при-

ходят профессиональные стандарты, как основной элемент активно формируемой в России Национальной системы квалификаций [4].

В странах-лидерах мировой экономики и в международной экономической деятельности уже произошел переход от регулирования общего рынка рабочей силы к регулируемому рынку конкретных квалификаций [5]. У нас в стране в рамках реализации стратегии развития системы профессиональных квалификации созданы Национальный совет при Президенте РФ по профессиональным квалификациям, Национальное агентство по развитию профессиональных квалификаций, создаются отраслевые советы по профессиональным квалификациям на базе общероссийских и иных объединений работодателей, ассоциаций (союзов), образовательных, научных и других организаций, представляющих и (или) объединяющих профессиональные сообщества. Создана определенная нормативно-правовая база в области разработки и внедрения в практику [6–9], обозначены принципы, на которых ПС должны

разрабатываться: партнерство и интеграция интересов работников, работодателей и государства, непрерывность профессионального развития работников в течение всей трудовой деятельности.

Согласно [7] профессиональные стандарты могут и должны применяться:

- разработчиками федеральных государственных образовательных стандартов высшего и среднего профессионального образования;
- образовательными организациями высшего и среднего профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- работодателями при формировании кадровой политики;
- руководителями организаций при управлении персоналом, разработке должностных инструкций, аттестации работников, повышении их квалификации, установлении систем оплаты труда, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и пр.

При этом с 1 июля 2016 г. вступил в силу Федеральный закон от 02.05.2015 № 122-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [10], согласно которому:

1) ПС становятся обязательными для организаций любой формы собственности, если федеральными законами и нормативно-правовыми актами установлены требования к квалификации работников;

2) все образовательные стандарты должны быть актуализированы на соответствие профессиональным стандартам.

Таким образом, на государственном уровне разработка и внедрение ПС объявлены приоритетными задачами.

В настоящее время разработкой, актуализацией и организацией применения ПС, прямо или косвенно относящихся к сфере недропользования, занимаются: Совет по профессиональным квалификациям (СПК) в горно-металлургическом комплексе Союза горнопромышленников России, СПК в нефтегазовом комплексе, СПК в строительстве при Ассоциации «Национальное объединение

строителей». Указанными СПК разработаны и утверждены 32 стандарта направления «Добыча, переработка нефти и газа», четыре – «Добыча, переработка угля, руд и других полезных ископаемых», четыре – «Геология, разведка недр, топография, геодезия».

Необходимость разработки определенного ПС в соответствии с постановлением Правительства РФ [7] осуществляется с учетом приоритетных направлений развития экономики и предложений Национального совета при Президенте РФ по профессиональным квалификациям, а также с учетом информации в Справочнике востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий [11].

Профессия «Маркшейдер» относится к одной из основных в недропользовании, связана с получением и производством геопространственных данных для обеспечения эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов пользования недрами в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых.

На маркшейдерскую службу возложены актуальные и ответственные задачи в области маркшейдерских измерений и картирования, геометризации и рационального использования недр, изучения и прогнозирования горно-геологических условий горных разработок, охраны наземных природных и искусственных объектов и горных выработок от вредного влияния горных разработок, мониторинга процессов сдвижения горных пород и проявлений горного давления, учета запасов и объемов выполненных горных работ, инженерно-технической деятельности и контрольных функций по вопросам охраны недр, окружающей среды и безопасного ведения горных разработок. Причем каждый этап требует своей специфики производства маркшейдерских работ.

Исключительная роль маркшейдера подчеркивается тем фактом, что производство маркшейдерских работ является лицензируемым видом деятельности в соответствии с законодательством о лицензировании отдельных видов деятельности,

а также включением специальности «Горный инженер – маркшейдер» в упомянутый ранее Справочник [11].

От профессиональных качеств маркшейдера зависит эффективность использования минеральных ресурсов и подземного пространства, охрана недр и окружающей среды, безопасное ведение работ, связанных с использованием недр, и промышленная безопасность. С совершенствованием технологических процессов и оборудования деятельность маркшейдера как профессиональный вид деятельности в перспективе будет только развиваться. Поэтому требования к его квалификации должны быть правильно сформулированы, с четким указанием уровня знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы в зависимости от занимаемой должности.

В связи с этим Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» (СМР), представляя интересы большинства членов профессионального сообщества специалистов-маркшейдеров, взяла на себя инициативу по организации СПК в области геопространственных данных, а также разработке ПС «Маркшейдер», который должен стать нормативным и методическим документом, определяющим требования к профессиональным качествам, практическому опыту, профессиональному обучению и образованию, необходимому для исполнения обязанностей маркшейдеров по всем направлениям их профессиональной деятельности.

Для подготовки проекта ПС «Маркшейдер» была создана рабочая группа, в которую помимо авторов настоящей статьи вошли представители ведущих горнодобывающих и горно-строительных компаний Российской Федерации, а также представители сферы образования, надзорных органов.

В основу разработки проекта ПС «Маркшейдер» была положена методика функционального анализа трудовых функций при выполнении основных и вспомогательных маркшейдерских работ.

Рабочей группой вместе с привлеченными экспертами был проведен анализ состояния и перспектив развития профессиональной деятельности маркшейдера с учетом отечественных и международных тенденций и требований, структурно-функциональный анализ вида профессиональной деятельности маркшейдера с предварительным отнесением его трудовых функций к уровням квалификации на основе:

- общероссийских классификаторов социально-экономической информации и квалификационных справочников (ОКПДТР, ЕТКС, ОКЗ, ОКВЭД), квалификационных характеристик по виду профессиональной деятельности;
- ГОСТов, СНиПов, отраслевых (ведомственных) технических инструкций;
- отраслевых (ведомственных) нормативных актов, содержащих сведения о характеристиках вида профессиональной деятельности;
- корпоративных документов горных и строительных организаций;
- российских и международных профессиональных стандартов по смежным видам деятельности.

В результате выполненных работ был подготовлен проект ПС «Маркшейдер» и организовано его обсуждение на всероссийских научно-практических конференциях, проводимых СМР с участием разработчиков и членов экспертной группы.

Работа над проектом профстандарта основывалась на предложениях и замечаниях руководителей и специалистов маркшейдерских служб, что позволило составить его в соответствии с реальными потребностями недропользователей.

В настоящее время продолжается обсуждение проекта ПС «Маркшейдер», размещенного на сайтах <http://www.mwork.su>, <http://mvest.su>.

Поступившие в процессе обсуждений и экспертиз замечания, дополнения и предложения будут учтены при доработке стандарта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 03.12.2012 г. № 236-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статью 1 Федерального закона «О техническом регулировании».
2. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих: Квалификационный справочник должностей руководителей и специалистов организаций геологии и разведки недр (Постановление Минтруда РФ от 20.12.2002 № 82).
3. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих: Приказ Минтруда России от 07.05.2015 № 277н «Об утверждении Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих, выпуск 4, разделы: «Общие профессии горных и горно-капитальных работ»; «Общие профессии работ по обогащению, агломерации, брикетированию»; «Добыча и обогащение угля и сланца, строительство угольных и сланцевых шахт и разрезов»; «Строительство метрополитенов, тоннелей и подземных сооружений специального назначения»; «Добыча и обогащение рудных и россыпных полезных ископаемых»; «Агломерация руд»; «Добыча и обогащение горнохимического сырья»; «Добыча и обогащение строительных материалов»; «Добыча и переработка торфа»; «Переработка бурых углей и озокеритовых руд» (зарегистрировано в Минюсте России 28.05.2015 № 37446).

REFERENCES

1. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_138556/
2. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58320/
3. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180366/
4. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129344/
5. Coles M., Oleinikova O. N., Muraveva A. A. National system of qualifications. Ensuring supply and demand of qualifications in the labour market. – М. : RIO TK them. A.N. Konyaeva. 2009. – 115 p.

4. Указ Президента РФ от 07.05.2012 г. № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики».
5. Коулз М., Олейникова О. Н., Муравьева А. А. Национальная система квалификаций. Обеспечение спроса и предложения квалификаций на рынке труда. – М.: RIO ТК им. А.Н. Коняева, 2009 – 115 с.
6. Указ Президента России от 16.04.2014 г. № 249 «О Национальном совете при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям».
7. Постановление Правительства РФ от 22.01.2013 г. № 23 «О правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов».
8. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 12.04.2013 г. № 147н «Об утверждении макета профессионального стандарта».
9. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29.04.2013 г. № 170н «Об утверждении методических рекомендаций по разработке профессионального стандарта».
10. Федеральный закон от 02.05.2015 г. № 122-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс РФ и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации».
11. Приказ Минтруда России от 10.02.2016 № 46 «О внесении изменений в приложение к приказу Минтруда России от 2 ноября 2015 г. № 832 «Об утверждении справочника востребованных на рынке труда, новых и перспективных профессий, в том числе требующих среднего профессионального образования».

6. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_161826/
7. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_141271/
8. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146836/
9. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150886/
10. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178864/
11. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_194216/

Мурин Кирилл Михайлович, главный маркшейдер АНО «Аудит недропользования и консалтинг», тел. +7 (495) 125-30-95, E-mail: info@anendra.ru;

Никифорова Ирина Львовна, научный сотрудник ИПКОН РАН им. Н. В. Мельникова, тел. +7 (495) 360-49-04, E-mail: nikiforova495@mail.ru;

Давиденко Александр Алексеевич, эксперт ООО «Союз маркшейдеров России», E-mail: davidenkoa@mail.ru

ЮБИЛЕЙ ЧУ «ЦДПО «ГОРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

ЧУ «ЦДПО «Горное образование» отметило свой первый значимый юбилей – 10 лет образовательной деятельности. За прошедшие годы учебный Центр приобрел репутацию надежного и профессионального партнера нефтегазодобывающих, горнодобывающих и горностроительных предприятий в области повышения квалификации и переподготовки специалистов. В числе его заказчиков – ведущие компании России: ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром», ОАО «Газпром нефть», ПАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Сургутнефтегаз», ПАО НК «РуссНефть», АО «СУЭК», ПАО «ГМК «Норильский никель», АК «АЛРОСА» (ПАО), ПАО «Полюс», ПАО «Уралкалий» и другие. География слушателей курсов охватывает все основные горнодобывающие регионы нашей страны.

Основным направлением деятельности Центра является переподготовка и повышение квалификации специалистов геолого-маркшейдерских служб предприятий недропользователей в целях повышения эффективности разработки месторождений полезных ископаемых, снижения рисков техногенных аварий и несчастных случаев на производстве, повышения удовлетворенности работодателей квалификацией специалистов маркшейдерских служб предприятий.

Обучение проводится под организационным и методическим руководством Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» и Российско-

го геологического общества (РосГео). Высокий уровень подготовки обеспечивается привлечением к учебному процессу ведущих специалистов по основным направлениям горного дела, как правило, это сотрудники министерств и ведомств природоресурсного блока, научных, проектных и учебных организаций. Специалисты ЧУ «ЦДПО «Горное образование» постоянно расширяют направления подготовки слушателей, связанные с освоением современных технологий в целях повышения эффективности и качества производства маркшейдерских работ для решения вопросов рационального недропользования, промышленной безопасности и охраны недр, включая беспилотные летательные аппараты, системы лазерного и радарного сканирования, отслеживают изменения в законодательстве, что позволяет корректировать учебный материал и должным образом доносить его до слушателей, обновляют и пополняют информационно-справочную, учебно-методическую и нормативно-методическую базу, в том числе образовательные ресурсы электронной библиотеки «Горное дело».

Помимо обучения, Центр на протяжении 10 лет по поручению Союза маркшейдеров России является организатором ежегодных Всероссийских научно-практических конференций «Рациональное и безопасное недропользование», «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана



Выездные курсы повышения квалификации для слушателей ПАО «Уралкалий», июль 2016 г.



Выездные курсы повышения квалификации для слушателей ОАО «Сургутнефтегаз», май 2016 г.



Слушатели курсов с Грицковым В. В. и преподавателями Васильчуком М. П. и Зимичем В. В. в Музее маркшейдерского дела, февраль 2016 г.

недр», активным участником иных мероприятий Союза.

Подведение итогов деятельности в рамках торжественного заседания в честь юбилея состоялось 21 июля 2017 года в Музее маркшейдерского дела. На праздничном вечере сотрудники, работающие с начала основания Центра и много сделавшие для его развития, получили ценные подарки. Среди них особо следует отметить Емельянова Ю. А., Можяеву Е. В., Пасенченко И. Л. Ряд сотрудников и пре-



Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании» (Санкт-Петербург, октябрь 2014 г.)

подавателей Центра и коллег из иных организаций, активно участвующих в проведении конференций и курсов повышения квалификации, были награждены почетными грамотами и благодарностями Союза маркшейдеров России и Центра. Учитывая, что торжественное заседание совпало с 60-летием ректора ЧУ «ЦДПО «Горное образование» Грицкова Виктора Владимировича, сотрудники и гости поздравили его с юбилеем. Празднование закончилось дружеским ужином.



Семинар по согласованию ПРГР и оформлению горноотводной документации (Москва, сентябрь 2016 г.); слева направо: Трембицкий А. В. — заместитель руководителя Ростехнадзора, Грицков В. В. — исполнительный директор ООО «Союз маркшейдеров России», Филатов А. П. и Ермак Г. П. — начальники управлений Ростехнадзора, Васильчук М. П. и Зимич В. С. — ветераны Ростехнадзора

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

НОВЫЕ ПОСТУПЛЕНИЯ В МУЗЕЙ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА

Экспозиция музея маркшейдерского дела СМР (ММД) в июле 2017 г. пополнилась новой коллекцией маркшейдерских и геодезических приборов и инструментов. Новые экспонаты позволяют охарактеризовать технические устройства периода с начала XIX века по конец XX века и дать представление о конструктивных особенностях различных классов оптических и механических устройств.

1. Триангуляционный теодолит ТТ 5/10 (СССР, 1941 г., выпущен перед самой войной) (рис. 1). Данный высокоточный инструмент, предназначенный для измерения горизонтальных и вертикальных углов в триангуляции I класса (только для наблюдения с сигналов), представляет группу универсальных инструментов, служащих для измерения вертикальных и горизонтальных углов с равной точностью, но имеет несколько существенных отличий: явный приоритет горизонтальных измерений (вертикальный лимб меньшего диаметра, а вместо микрометрических – отсчетные лупы при нем), наличие прямой трубы с окулярной призмой и отсутствие поверительной трубы. Зрительная труба – прямая, центральная, с выдвижным окуляром. Инструмент нивелируется по накладному уровню.

2. Светодальномер «Блеск» СТ-5 (СССР, 1991 г.) пополнил парк дальномерных инструментов, принцип работы которых основан на времени прохождения светового сигнала от дальномера до отражателя и обратно (рис. 2). С этим прибором в музей поступили шестипризмный отражатель, а также необычный штатив, конструкция которого оказалась очень удобной для дальномеров (рис. 3). Таким образом, в ММД постепенно набирается линейка штативов, иллюстрирующая развитие этого необходимого технического устройства с середины XIX по конец XX века.

В отличие от обычных приборных треног, данный штатив снабжен дополнительной раскладывающейся треугольной опорной



Рис. 1. Триангуляционный теодолит ТТ 5/10



Рис. 2. Светодальномер «Блеск» СТ-5 (справа) и шестипризмный отражатель (слева)



Рис. 3. Штатив с дополнительной раскладывающейся треугольной опорной рамой

рамой (между металлических стяжных хомутов с винтами фиксации выдвижения ножек) для установки аккумуляторов приборов с подсветкой, в частности, и дальномеров. Такая опорная рама придает необычный вид треноге, выпускавшейся в ограниченном количестве теперь уже редко встречающейся.

3. Теодолит учебный демонстрационный, Великобритания, 1920-е гг., вызывающий особый интерес (рис. 4). Таких демонстрационных теодолитов для обучения и понимания принципов работы инструмента сохранилось мало, к тому же, именно в Англии в начале XX в. обратили внимание на выпуск специализированных «учебных теодолитов». То, что данный теодолит относится именно к этой группе, подтверждается этикеткой внутри футляра: «INSTRUCTIONAL THEODOLITE» («ОБУЧАЮЩИЙ ТЕОДОЛИТ») (рис. 4). Этим инструментом открылась новая тема в ММД: «Обучение специалистов и моделирование маркшейдерско-геодезических устройств».

В упрощенно-демонстрационном виде представлены основные части теодолита: вертикальный и горизонтальный открытые лимбы с двухсторонними отсчетными рисками-индексами, опорная тренога с тремя подъемными винтами открытого типа с подпятниками, стопорные винты и винты наведения при обоих лимбах, два съемных уровня с возможной регулировкой высоты одной стороны движением по пазу. Имеются два дополнительных места для перестановки уровней. По центру теодолита на опорной вилке – буссоль. Труба снабжена грубой сеткой нитей (без дальномерных). Сверху установлен накладной уровень, прижимающий горизонтальную ось трубы.

4. Искатель трубопроводов ИТ-5 (СССР, 1980-е гг.) (рис. 5). Этот инструмент может

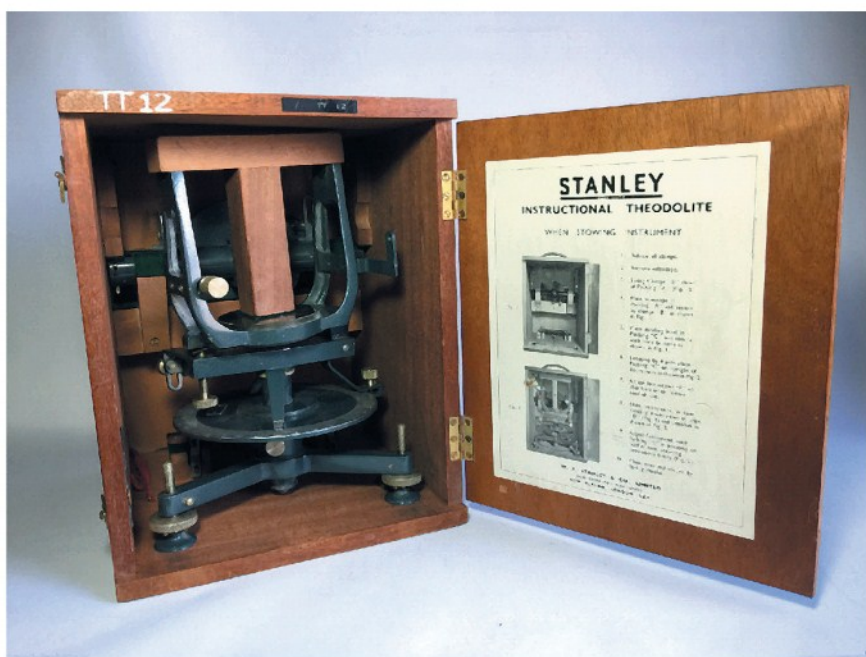


Рис. 4. Теодолит учебный демонстрационный, Великобритания, 1920-е гг.



Рис. 5. Искатель трубопроводов ИТ-5

Рис. 6. Оптический центрир
(СССР, 1959 г.)

служить иллюстрацией новой темы расширения видов маркшейдерских работ при планировании подземных горных выработок не только в природной среде, но и в городах (метро, прокладке подземных коммуникаций), а также при необходимости ведения земляных работ вблизи трубопроводов.

5. Оптический центрир или отвес (СССР, Москва, з-д Аэрогеоинструмент, 1959 г.) иллюстрирует совершенствование вспомогательных устройств, в данном случае для контроля установки вертикальной оси инструмента точно над центром и, по сути, превращения в самостоятельный инструмент (рис. 6). Позднее конструкции оптических теодолитов большей частью включали встроенный оптический отвес.

6. Нивелир гидростатический или водяной (Франция, середина XIX в.) позволил представить ранее отсутствующий в ММД раздел гидростатических нивелиров и наглядно продемонстрировать принцип визирования по краям подкрашенной жидкости в разнесенных прозрачных сообщающихся сосудах (колбах) (рис. 7).

7. Нивелир-автомат (Великобритания, Cowley, 1960 г.) пополнил парк инструментов именно маркшейдерского назначения (рис. 8). Данный прибор отличается оригинальной конструкцией с запатентованной системой призм, не требующей дополнительной настройки, с надежным закрытым металлическим корпусом, устанавливался на обычный нивелирный штатив (при про-

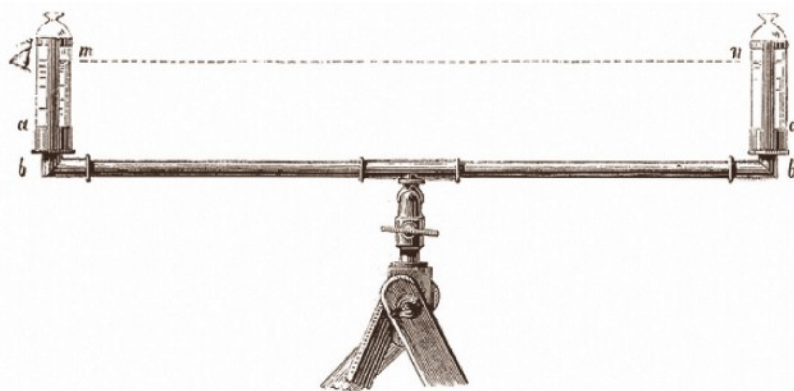


Рис. 7. Нивелир гидростатический (Франция, середина XIX в.)

Рис. 8. Нивелир-автомат
(Великобритания, Cowley, 1960 г.)

кладке нивелирных ходов в шахте). Хотя широкого распространения нивелир-автомат не получил, но нравился английским горнякам за надежность, неприхотливость и простоту применения.

8. Теодолит оптический Т-2 (СССР, Свердловск, УОМЗ, 1973 г.), выпущенный взамен теодолита ТБ-1, пополнил раздел оптических советских теодолитов, причем наиболее распространенных в 1970-е гг. (рис. 9). Выпускался серийно с 1972 по 1978 гг., всего было выпущено около 10 тыс. шт. Оптическая отсчетная система прибора построена по классическому принципу совмещенного отсчета, оптический микрометр клинового типа.

С теодолитом Т2 можно применять дальномерные насадки ДНТ, ДДЗ и ДНР-06. Если использовать теодолит с уровнем УТ20-Т2 на трубе, то можно производить нивелирование горизонтальным лучом. Кроме того, к теодолиту Т2 выпускался ряд других при-

способлений и устройств, расширяющих область его применения: астрономические принадлежности АП-Т2, состоящие из выносных окуляров, астрономической сетки и уровня; астрономический уровень Талькотта УА15-Т2; комплект визирных целей КВЦ для производства работ по трехштативному методу; центрировочная плита ПЦТ для работы со столика сигнала, специальный амортизационный ящик АЯТ-Т2, гарантирующий сохранность теодолита при дальних перевозках, комплект освещения КЭО-Т2.

9. Тахеометр электрооптический (электронный) ЕОТ-2000 (ГДР, Carl Zeiss, 1978 г.) является первым электронным тахеометром, которым начали работать в СССР с 1979 г. (рис. 10) Выполнен он на базе высокоточного теодолита ТНЕО 010А, измерял расстояние до 3000 м, сохранился в рабочем состоянии.

По причине высокой цены ЕОТ 2000 можно было встретить довольно редко, как и



Рис. 9. Теодолит оптический Т-2 (СССР, 1973 г.)



Рис. 10. Тахеометр электрооптический ЕОТ-2000 (ГДР, Carl Zeiss, 1978 г.)



Рис. 11. Штриховой компаратор «женевская линейка» (СССР, 1956 г.)

инструкции-брошюры к нему. Этот электронный (тогда назывался «электрооптический») тахеометр вошёл в историю СССР как первый серийный тахеометр. В середине 1980-х гг. ВНИМИ (совместно с УОМЗ) выпустил первые образцы электронных тахеометров, которые, к сожалению, в серию не пошли.

Данный экспонат принадлежал областному БСМР (Бюро специализированных маркшейдерских работ) г. Донецка, УССР.

10. Штриховой компаратор «женевская линейка» (СССР, Красногорск, Красногорский механический завод им. С. А. Зверева, 1956 г.), которая позволит иллюстрировать отсутствующий ранее в ММД раздел эталонов длины и компараторов.

Огромную помощь в пополнении музея маркшейдерских инструментов СМР уже не

первый раз оказывает Андрей Вячеславович Рыженко. Все вышеперечисленные приборы и инструменты музей приобрел при его непосредственном участии.

Но кроме собирательской деятельности Андрей Вячеславович известен и своей благотворительной помощью жителям Донбасса. Он лично из собственных средств с 2014 г. помогает двум детским домам. Это неоплачиваемая, добровольная деятельность в помощь детям, которые не виноваты в том, что живут сейчас на Донецкой земле.

Именно такие люди как Андрей Вячеславович вносят наиболее существенный вклад в моральное и физическое оздоровление граждан и подрастающего поколения. Чем больше будет добрых дел, тем быстрее сможет общество измениться к лучшему.



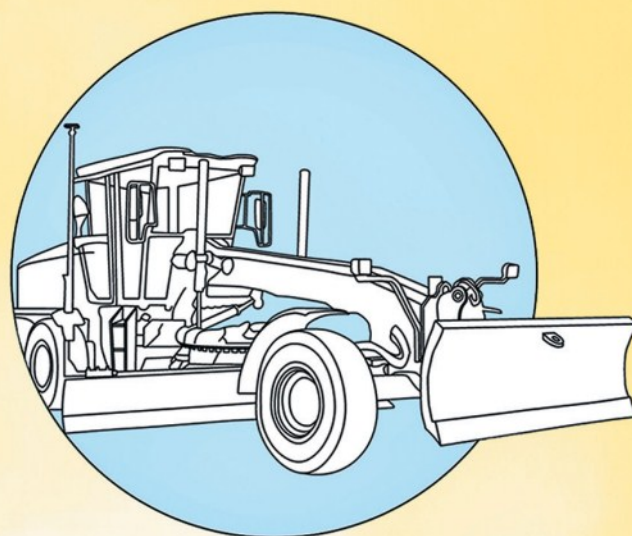
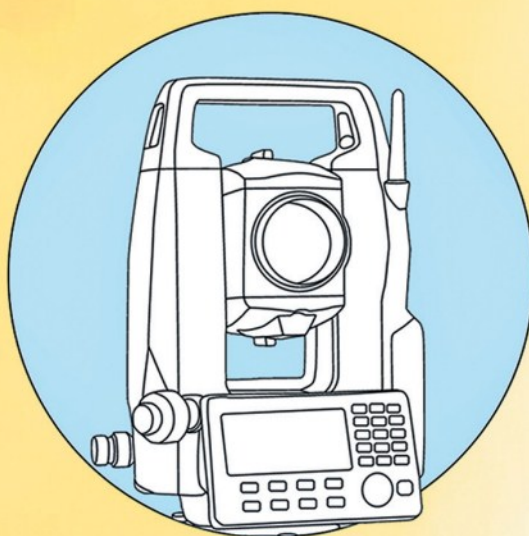
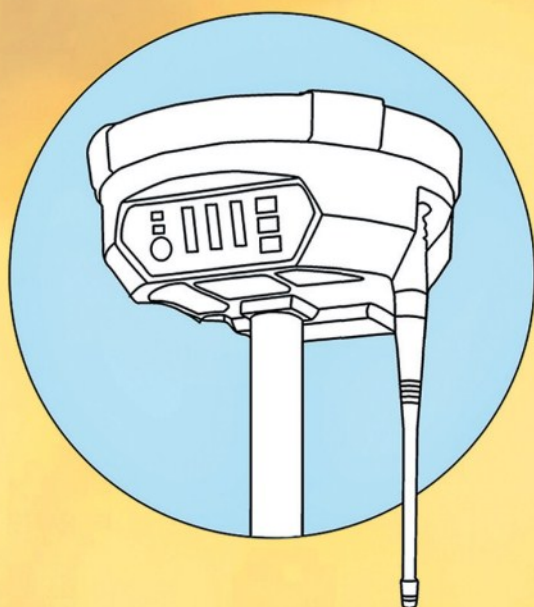
Желающим поддержать данную инициативу и принять участие в благотворительной акции помощи жителям Донбасса редакция

журнала «Маркшейдерский Вестник» может связаться с Андреем Вячеславовичем Рыженко.



ООО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург

Официальный представитель Торсон Sokkia
на Северо-Западе России



ООО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Монетная, д. 16

(812) 363-43-23
(812) 363-19-46



www.geopribori.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОЛИНИЙ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

На основе представленных экспериментальных данных показано, что в условиях угольных месторождений компьютерные методы построения изолиний уступают по качеству традиционному ручному методу на участках неопределенности их поведения. Изложен алгоритм совместного использования этих методов, обеспечивающий создание цифровых моделей показателей.

Ключевые слова: геометризация; компьютерные технологии; изолиния; угольный пласт.

T. B. Rogova, S. V. Shaklein

APPLICATION OF COMPUTER TECHNOLOGIES FOR DETERMINE THE POSITION OF THE ISOLINE MINING-GEOLOGICAL INDICATORS OF THE COAL SEAM

On the basis of the presented experimental data it is shown that in the conditions of coal deposits computer methods determine the position of isolines worse than the traditional manual method in areas of uncertainty of their behavior. An algorithm for the joint use of these methods is described, which provides the creation of digital models of characteristics of the coal seam.

Keywords: main geometry; computer technologies; isoclines; coal seam.

При геометризации угольных месторождений геологоразведочными организациями и службами горных предприятий все более активно применяются различные компьютерные программы, реализующие математические, прежде всего геостатистические методы построения изолиний различных горно-геологических показателей. Специфической особенностью начавшегося процесса является то, что эти методы применяются специалистами, не имеющими глубоких знаний в области геостатистики. В силу этого ими используются настраиваемые параметры алгоритмов, установленные разработчиками программных продуктов «по умолчанию». Налицо попытка свести геометризацию к некой формализованной математической процедуре, реализация которой

может быть якобы осуществлена без привлечения иной возможной прямой и косвенной дополнительной информации, без использования опыта и интеллекта специалиста. Интерес геологоразведочных организаций к применению формализованных методов построения изолиний очевиден: в условиях отсутствия материальной ответственности за качество забот, применение таких методов обеспечивает снижение трудозатрат на выполнение работ и соответственно – увеличение прибыли.

Однако известно, что геометризация месторождений с помощью геостатистических методов является далеко не тривиальной задачей, решаемой с помощью сложного инструментария, применение которого часто справедливо называют искусством. Показа-

тельным является в этом плане пример, приведенный в работе [1]: «Не так давно в Экологическом Агентстве США провели такой эксперимент. Один и тот же массив данных раздали 12 независимым специалистам в области геостатистики и попросили их выполнить оценку руды в блоке. В итоге не было получено даже двух одинаковых результатов, а разброс оценок был очень большой».

В условиях угольных месторождений применение геостатистики усложняется тем, что разведочные сети имеют крайне неравномерный характер при больших расстояниях между замерами, а горно-геологические показатели угольных пластов имеют невыдержанную анизотропию, являющуюся следствием того, что пласты представляют собой суперпозицию угольных линз (пласты сложного строения дополнительно усложнены и породными линзами), а если использовать терминологию проф. П. К. Соболевского, – суперпозицию различных геохимических полей. Это нарушает основные условия применения геостатистики. Не случайно Австралийское руководство по оценке и классификации угольных ресурсов [2] запрещает использовать результаты геостатистического анализа без учета других факторов, таких, например, как результаты ведения горных работ, результаты геологической интерпретации и т. д. Это руководство подчеркивает, что вариография угольных переменных трудна, несет в себе риск переоценки или недооценки непрерывности переменных, в силу чего вариограмма может лишь помочь в определении расстояний непрерывности между точками наблюдения, а сама по себе в отдельности вообще не пригодна к использованию. Поэтому снижение затрат на камеральную обработку в результате применения методов геостатистики эфемерно.

В связи с этим при геометризации угольных месторождений по-прежнему часто используются так называемые полигональные методы, единственное особое требование к условиям их применения состоит только в правомерности выполнения интерполяции. К числу таких методов относятся широко известные методы профилей (ступенчатых отметок) [3] и многогранников [4], при практическом применении которых всегда исполь-

зуются элементы метода инвариантных линий, основанного на привлечении результатов геологической и горно-геометрической интерпретации.

Условия геометризации угольных месторождений таковы, что геометризация гипсометрии почвы пласта выполняется преимущественно методом профилей, а применение для этих целей геостатистических методов давно признано неэффективным. Однако при геометризации таких показателей, как мощность пласта, зольность угля и иных показателей, методы геостатистики применяются на практике, но без надлежащей настройки и обоснования.

Для оценки эффективности применения компьютерных технологий построения изолиний указанных показателей был выполнен ряд сравнений результатов применения различных методов построения изолиний, один из примеров сравнений представлен на рис. 1. Данный пример подготовлен в рамках исследования возможности выделения по участку недр контуров запасов угля с зольностью менее 6 % с целью выявления ресурсов угля, которые могут быть направлены на производство сверхчистого угля, стоимость сырья для которого значимо выше стоимости эквивалентного по качеству энергетического угля. В связи с этим на рис. 1 контуры запасов с зольностью ниже 6 % дополнительно выделены цветовой заливкой.

Конфигурация сети разведочных скважин по участку равномерна, что является благоприятным для применения компьютерных технологий обстоятельством. В рамках исследований было выполнено построение изолиний вручную – классическим методом многогранников (рис. 1, а), а также четырьмя несглаживающими методами (рис. 1, б, в, г, д) представленными в геоинформационной системе Golden Software Surfer. Кроме того, поскольку тестовый участок недр был уже отработан, дополнительно представлен «фактический» характер положения изолиний, установленный на основании использования только данных опробования угольного пласта в горных выработках (рис. 1, е).

В целом положение изолиний зольности, построенных по данным геологоразведочных скважин всеми методами, близко друг к

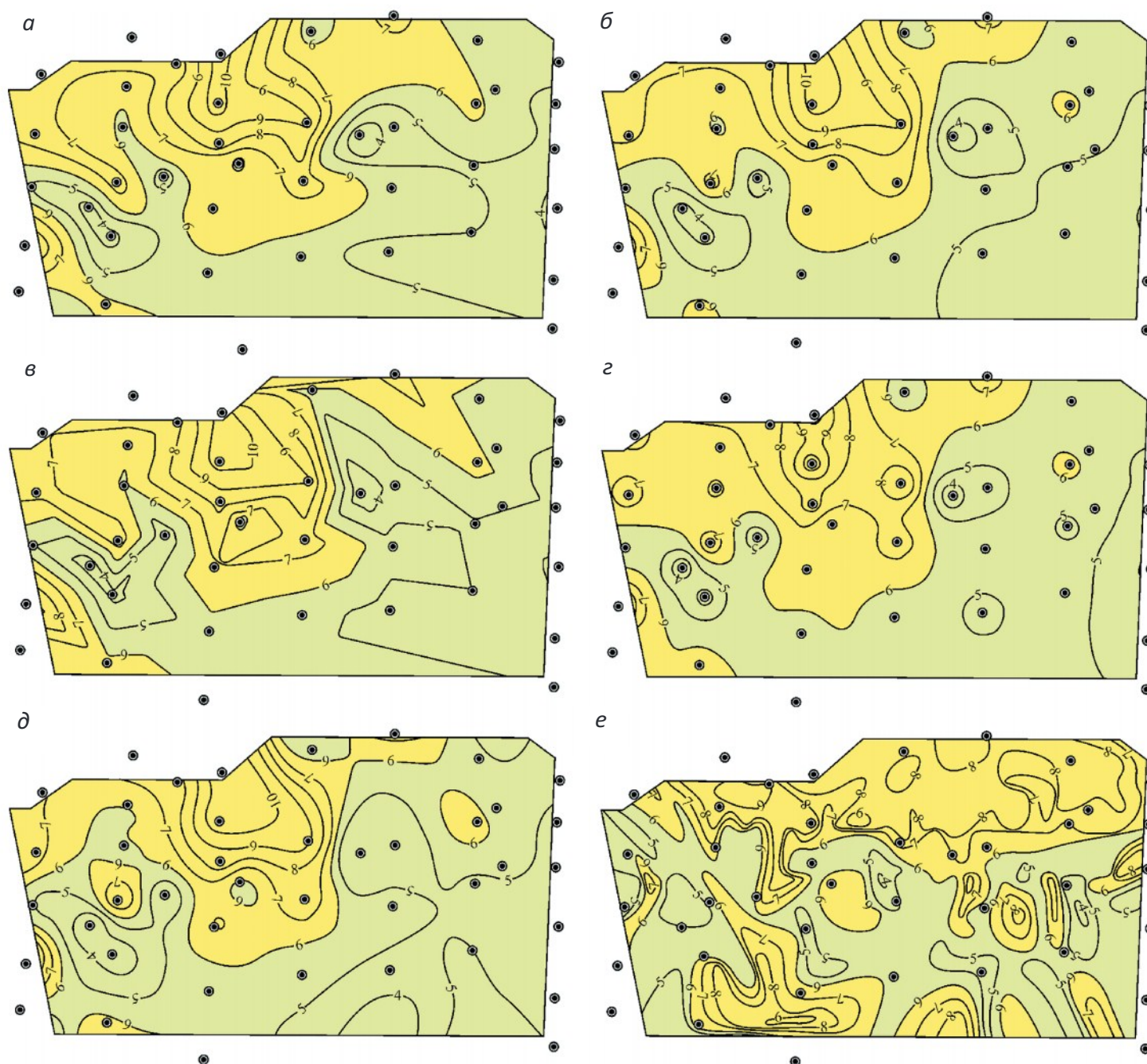


Рис. 1. Изолинии зольности угля, построенные по данным опробования скважин с помощью:
 а – метода многогранников (вручную); б – кригинга;
 в – триангуляции с линейной интерполяцией; г – метода обратных расстояний;
 д – метода Шепарда; е – по данным опробования
 горных выработок

другу. Для сравнения методов между собой результаты их применения были трансформированы в регулярные цифровые модели с расстоянием между узлами 25 м (более 4600 узлов). Среднеквадратические отклонения в значениях зольности в узлах моделей от зольности, установленной по данным горных работ, в целом мало различаются между собой: 1,5 % для ручного метода и триангуляции с линейной интерполяцией, 1,6 % для кригинга, 1,4 % для метода обратных расстояний и 1,7 % для метода Шепарда (отклонения указаны в единицах измерения зольности). Также незначительно отличаются

и коэффициенты корреляции между топографическими поверхностями (на основании расчета коэффициентов корреляции между значениями признаков в узлах цифровых моделей). Эти коэффициенты при сравнении данных моделирования по скважинам и по данным горных работ для участка в целом составляют 0,33–0,34.

Между тем положение изолиний и соответственно границ участков с низкой зольностью угля значительно отличается по участкам неоднозначного поведения изолиний.

На наличие таких участков было обращено внимание еще в 20-х годах прошлого

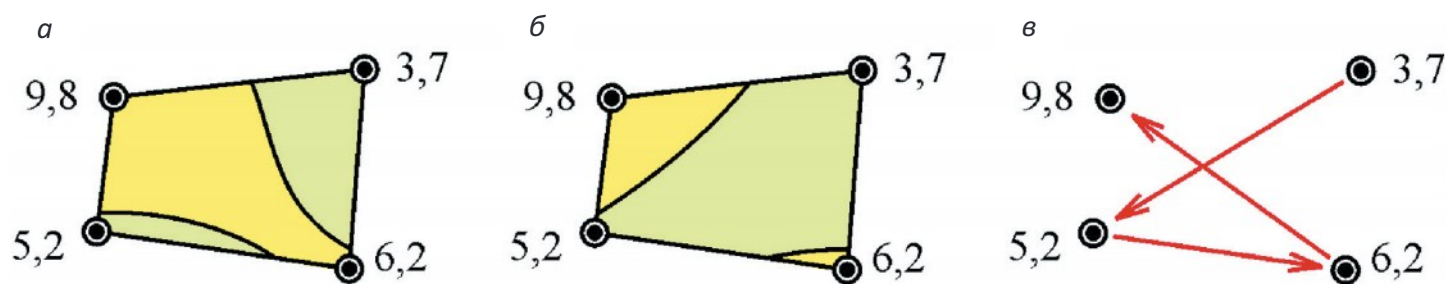


Рис. 2. Два варианта положения изолинии зольности 6,0 % в контуре ячейки разведочных скважин: а – при принятии направления между замерами с зольностью 9,8 и 6,2 % в качестве положительной инвариантной линии; б – при принятии направления между замерами с зольностью 5,2 и 3,7 % в качестве отрицательной инвариантной линии; в – алгоритм А. И. Осецкого по выявлению «загадочных квадратов»

века, а на их негативное влияние на результаты построения изолиний даже указывала нормативная литература [5]. Такие участки формируются в пределах единичных или сопряженных групп четырехугольных ячеек сети скважин, которые ранее именовались «загадочными квадратами». Значения показателей в вершинах таких четырехугольников таковы, что допускают два различных варианта положения изолинии (рис. 2, а, б), возникающих вследствие возможности принятия в качестве инвариантной линии различных диагоналей четырехугольника.

Современные автоматизированные алгоритмы построения изолиний не учитывают наличие участков неоднозначности и используют заранее неопределенный вариант положения изолиний без какого-либо обоснования.

При ручном варианте построения изолиний разрешение неоднозначности в поведении изолиний осуществляется осознанно. Прежде всего производится выделение потенциальных четырехугольников неоднозначности. Для этого используется простой метод, предложенный А. И. Осецким [6]. В каждом четырехугольнике находят скважину с максимальным значением показателя. От нее начинается обход вершин четырехугольников в направлении уменьшения величины показателя (стрелки на рис. 2, в). Если при обходе произошло пересечение направлений (как на рис. 2, в), то имеет место неоднозначность построений, если не произошло, то она отсутствует. Однако неоднозначность проявляется не для всех расположенных в ячейке сети изолиний (в случае построения на рис. 2 изолинии 8,0 % неоднозначность

отсутствует). Поэтому выделенные по методу А. И. Осецкого четырехугольники должны пройти дополнительную проверку: на участках неопределенности значение признака должно встречаться между всеми парами скважин, расположенными по контуру четырехугольника.

После выделения участков неопределенности осуществляют ее разрешение, т. е. выбор одного из возможных вариантов поведения изолиний в качестве рабочего. Существуют несколько вариантов мотивации такого выбора [4].

Во-первых, это геологическая интерпретация данных. На практике этот вариант применяется при наличии признаков размыва пласта [7], формирующих некий картируемый контур. Например, диагональ четырехугольника с повышенной зольностью принимается за рабочую, если она лежит в контуре сингенетического размыва. Аналогично в качестве рабочей принимается диагональ с наименьшей мощностью пласта, если она находится в зоне размыва, наличие которого фиксируется изменением состава кровли (породного заполнителя) в скважинах. К сожалению, данный подход применим в ограниченном количестве случаев и далеко не для всех показателей.

Второй подход основан на использовании поверхности-лидера. При его применении стараются отыскать такой показатель («лидер»), который коррелировал бы с изучаемым. Если в зоне неопределенности геометризуемого показателя поверхность-лидер ведет себя однозначно, то она на основании уравнения корреляционной зависимости преобразуется в модель изучаемого призна-

ка. В качестве рабочего варианта положения изолинии в контуре неоднозначности принимается положение, повторяющее поведение изолинии модели. В частности, при геометризации зольности пластов сложного строения в качестве поверхности-лидера часто удается использовать топоповерхность мощности породных прослоев, поскольку между ними, как правило, существует достаточно тесная связь.

Третий подход основан на декомпозиции показателей. Он, например, применяется при геометризации пластов сложного строения. При его применении отдельно герметизируются все угольные пачки и породные прослои. Поскольку их топографические поверхности, как правило, более просты, то в пределах контура участка неопределенности они ею часто не обладают. После завершения раздельной геометризации, топографические поверхности пачек и прослоев складываются, а результат принимается в качестве рабочего варианта положения изолиний.

Четвертый, чисто геометрический подход, основан на идее симметрии геохимического поля, которая, по устному сообщению проф. В. А. Букринского, высказывалась П. К. Соболевским в 40-х годах прошлого века. Разрешение неопределенности производится в этом случае, исходя из проведения соседних изолиний: если эти изолинии имеют однозначную выдержанную ориентацию, то предполагается, что и отстраиваемая изолиния сохранит ее.

И, наконец, пятый, наиболее часто применяемый и простой подход, основан на принципе ориентации на наибольший ущерб. При его применении выбирается тот вариант поведения изолинии, который приведет к наиболее неблагоприятным последствиям при ведении горных работ и негативно скажется на экономике горного бизнеса. Например, если возможно два варианта значений зольности в контуре отработки, то выбирается тот из них, при котором зольность в нем будет наибольшей. При изучении мощности пласта выбирается вариант с меньшей мощностью и т. д. Этот учитывающий горный риск подход универсален и может применяться к большинству изучаемых показате-

лей угольных месторождений. Именно этот подход был использован при построении изолиний зольности на рис. 1.

Компьютерные технологии построения изолиний не учитывают наличие участков неопределенности и не предусматривают ее автоматическое разрешение. Причем этого в автоматическом режиме не может обеспечить и использующий триангуляцию сети скважин метод линейной интерполяции (рис. 1, в).

В связи с наличием участков с неопределенностью поведения изолиний показателя возникает вопрос о сравнительной оценке эффективности применения ручных и компьютерных технологий.

Ее можно провести на основе сравнения результатов геометризации, выполненной по данным разведочных скважин с данными горных работ (рис. 1, е).

В данной работе эта оценка была выполнена путем определения погрешности оконтуривания запасов, пригодных для использования в качестве сырья для производства сверхчистого угля (по изолинии зольности 6 %). С позиции последствий проявления такая погрешность может рассматриваться по двум вариантам.

Первый вариант состоит в том, что запасы, выделенные по данным геологоразведки как кондиционные для данного вида технологического использования, фактически таковыми не являются, а второй вариант – в том, что некондиционные по данным геологоразведки запасы фактически окажутся кондиционными.

Первый вариант последствий является более значимым для бизнеса, чем второй, поскольку при его проявлении недропользователь не сможет в полном объеме выполнить свои обязательства перед потребителем, тогда как при втором он лишь получит дополнительное количество угля требуемого качества, тем более что погрешность, приводящая ко второму варианту последствий, будет устранена после оконтуривания выемочных столбов, что может быть учтено в годовых планах ведения горного бизнеса.

На рис. 3 показаны контуры ошибочных оценок, возникшие при геометризации, выполненной по данным разведки «ручным»

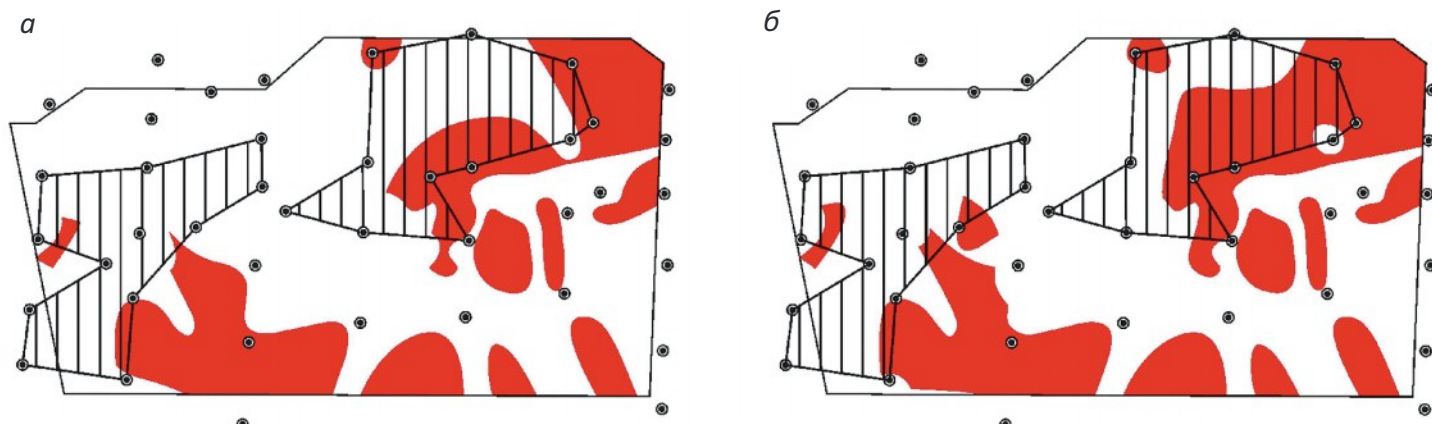


Рис. 3. Границы контуров, в пределах которых запасы с зольностью выше 6 % были оценены при геометризации по данным геологоразведки как имеющие зольность ниже 6 %:
а – «ручной» метод; б – кригинг

методом (рис. 1, а) и методом кригинга (рис. 1, б).

При анализе следует учитывать причины возникновения ошибочных оценок. Их возникновение в результате того, что зоны повышенной зольности в связи с их размерами не были вскрыты сетью скважин, а также возникшие в результате ошибок кернового опробования не могут рассматриваться в качестве ошибок, связанных с выбранным методом геометризации. Поэтому сравнение результатов следует признать корректным только в границах участков неопределенности (заштрихованные контуры на рис. 3). В результате подсчетов установлено, что в пределах этих границ при применении «ручного» метода ошибочно была

определена промышленная значимость 894 тыс. т запасов, а при применении кригинга – 1878 тыс. т, т. е. возросла более чем в два раза.

Еще более значимое различие в результатах геометризации возникает при неравномерном размещении скважин разведочной сети даже в условиях низкой сложности восстанавливаемой топографической поверхности. На рис. 4 приведен пример геометризации мощности пласта, главной задачей которой было выделение в его пределах контура, в котором неизбежно будут присекаться породы кровли, в связи с тем, что минимальная вынимаемая приобретенным механизированным комплексом мощность пласта составляла 1,2 м.

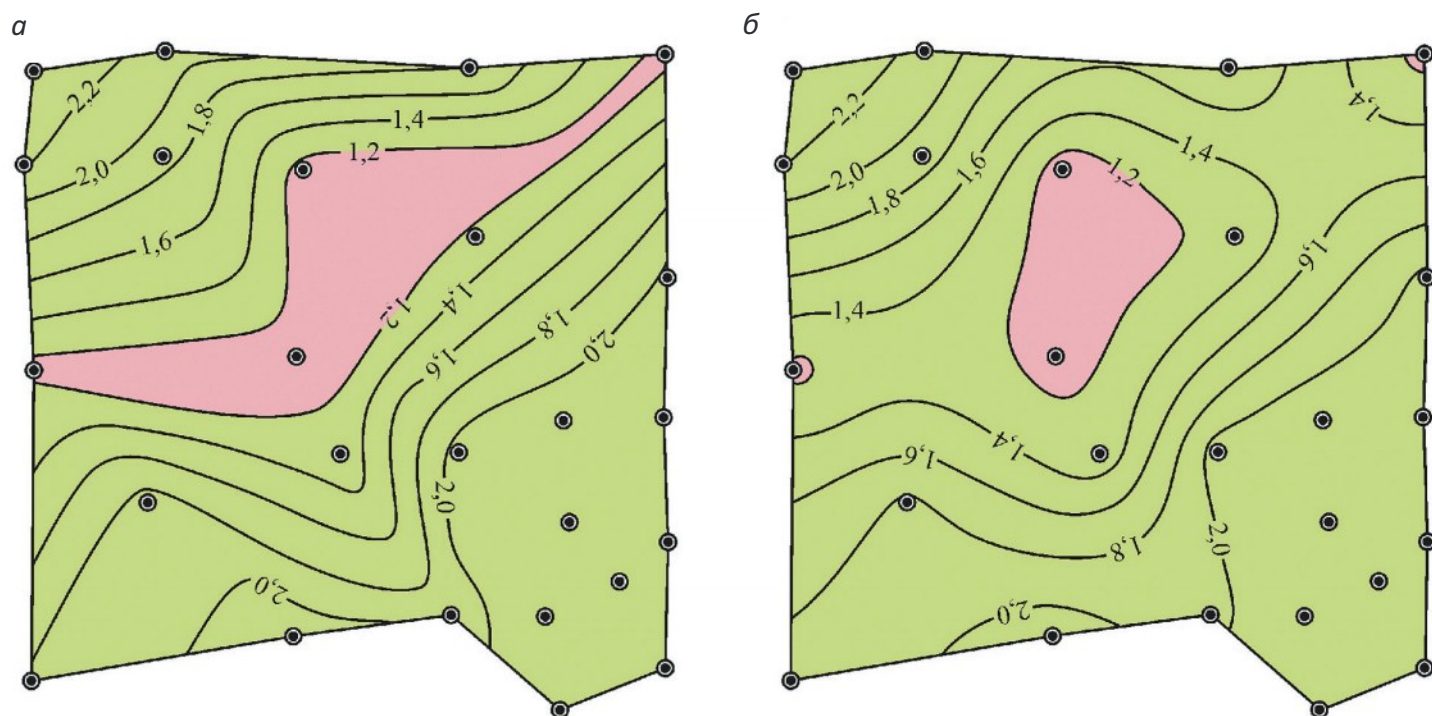


Рис. 4. Изолинии мощности пласта, построенные по данным скважин с помощью:
а – метода многогранников (вручную); б – кригинга

Причем при разрешении неопределенности в поведении изолинии 1,2 м в рамках «ручного» метода одинаковый результат имел место при применении подходов, основанных на принципах наибольшего ущерба и симметрии геополя. Кроме того, в двух скважинах однозначно фиксировались признаки размыва.

Таким образом, в условиях угольных месторождений явными преимуществами обладает ручной метод построения изолиний. Однако компьютерные технологии построения обладают весьма значимым достоинством, состоящим в том, что их применение сопровождается формированием цифровой регулярной модели показателя (так называемого грида). Именно использование цифровых моделей позволяет впоследствии реализовать компьютерные технологии проектирования и планирования ведения горных работ.

Проведенные исследования, один из примеров которых был детально рассмотрен выше, позволяют предложить технологию геометризации угольных месторождений, сочетающих ручную и компьютерную технологии.

На первом этапе геометризации следует осуществлять выделение потенциальных участков неоднозначности. Для упрощения этого процесса вместо описанного метода А. И. Осецкого, сложно поддающегося автоматизации, можно использовать абсолютные дельта-критерии разведанности. Эти критерии, вычисляемые по четырехугольным ячейкам сети скважин, представляют собой разности значений показателя в точке пересечения диагоналей четырехугольника, полученных из интерполяции вдоль них [8]. Порядок расчета таких критериев и программное обеспечение его выполнения раскрыто в методике [9], рекомендованной ЭТС Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых к практическому применению при категоризации представляемых на государственную геологическую экспертизу запасов в соответствии с требованиями действующей Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. На основе таких критериев по методике [9] выполняется оценка правомерности интерполяции показате-

телей в межскважинном пространстве, без наличия которой построение изолиний любыми несглаживающими методами выполнять некорректно. К участкам неопределенности относятся те ячейки скважин, значения абсолютных дельта-критериев в которых превышают принятое сечение изолиний в полтора и более раза. Именно таким образом были выделены два контура неоднозначности, приведенные на рис. 3.

На втором этапе следует выполнять автоматическое построение изолиний методами кригинга и триангуляции с линейной интерполяцией. Если за пределами участков неопределенности результаты построения изолиний этими методами идентичны, то в дальнейшем работа ведется только в пределах участков неопределенности.

С учетом перечисленных выше методов разрешения неопределенности ручным методом выполняется построение изолиний в их границах. Затем в исходные данные следует ввести дополнительные фиктивные замеры, значения показателя в которых определяются по построенным вручную фрагментам поверхности. Автоматическое построение изолиний следует повторить по полученной совокупности данных. Добавление фиктивных замеров необходимо осуществлять до тех пор, пока автоматически построенные изолинии на участках неопределенности не будут повторять «ручной» вариант.

В тех редких случаях, когда построенные методами кригинга и триангуляции с линейной интерполяцией изолинии не идентичны по всему участку (что является следствием резкой неравномерности разведочной сети или множественности участков неопределенности), построение всех изолиний осуществляется вручную.

После этого осуществляется переход к равномерной цифровой модели. Значение показателя в каждом узле модели определяется путем интерполяции между изолиниями. Сформированный таким образом массив данных используется при построении изолиний в автоматическом режиме, а полученная в их процессе цифровая модель высокой плотности – в дальнейших работах по проектированию и планированию горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капутин Ю. Е. Геостатистика в горно-геологической практике / Ю. Е. Капутин, А. И. Ежов, С. Хенли – Апатиты: Горный институт Кольского научного центра РАН, 1995. – 163 с.
2. Australian Guidelines for the Estimation and Classification of Coal Resources. – Guidelines Review Committee on behalf of the Coalfields Geology Council of New South Wales and the Queensland Resources Council, 2014. – 47 p.
3. Шаклеин С. В. Построение гипсометрических планов угольных пластов: учеб. пособие. Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 1992. – 67 с.
4. Шаклеин С. В., Рогова Т. Б. Практические вопросы геометризации мощности и основных показателей качества угольных пластов: учеб. пособие. Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 1997. – 61 с.
5. I. Подсчет запасов твердых полезных ископаемых. II. Инструкция к классификации запасов твердых полезных ископаемых. – М.-Л.: Геологическое издательство Главного геологоразведочного управления, 1931. – 66 с.
6. Осецкий А. И. Оценка полноты детальной разведки залежи с учетом предстоящей ее геометризации // Труды по вопросам горного давления, сдвижения горных пород и методики маркшейдерских работ: сб. / ВНИМИ. – Ленинград, 1962. № 45. С. 50–56.
7. Васильева И. В. Размывы угольных пластов. Новый взгляд на их особенности и перспективность изучения // Збірник наукових праць УкрДГРІ / Український державний геологорозвідальний інститут. Київ, 2015. № 4. С. 144–151.
8. Рогова Т. Б., Шаклеин С. В., Ярков В. О. Подсчет запасов угольных месторождений: учеб. пособие. Кемерово: Кузбас. гос. техн. ун-т, 2010. – 135 с.
9. Рогова Т. Б. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию / Т. Б. Рогова, О. П. Никифорова, С. В. Шаклеин. – М.-Кемерово: Общество экспертов России по недропользованию. 2011. – 86 с.

REFERENCES

1. Kaputin Yu. E. Geostatistics in mining and geological practice / Yu. E. Kaputin, A. I. Ezhov, S. Henley – Apatity: Mining Institute of the Kola scientific centre of RAS, 1995. 163 p.
2. Australian Guidelines for the Estimation and Classification of Coal Resources. – Guidelines Review Committee on behalf of the Coalfields Geology Council of New South Wales and the Queensland Resources Council, 2014. 47 p.
3. Shaklein S. V. Construction of hypsometric plans of coal seam: tutorial. Kemerovo: KuzGTU, 1992. 67 p.
4. Shaklein S. V., Rogova T. B. Practical issues of geometrization of power and the main indicators of quality of coal seams: tutorial. Kemerovo: KuzGTU, 1997. 61 p.
5. I. Calculation of reserves of solid minerals. II. Manual for the classification of reserves of solid minerals. Moscow – Leningrad: Geological publishing house of the Main geologic exploration administration, 1931. 66 p.
6. Osetsky A. I. Evaluation of the completeness of the detailed exploration deposits with a view to the upcoming its geometrization // Works on rock pressure, displacement of rocks and methods of surveys: collection / VNIMI. – Leningrad, 1962. No. 45. pp. 50–56.
7. Vasilyeva I. V. Erosion of coal seams. A new look at their features and prospects of research // scientific papers UkrGGRI. Kyiv, 2015. No. 4. pp. 144–151.
8. Rogova T. B., Shaklein S. V., Yarkov V. O. Estimation of reserves of coal deposits: tutorial. Kemerovo: KuzGTU, 2010. 135 p.
9. Rogova T. B. Methodical recommendations for the quantitative assessment of the degree of matching of geological models of coal deposits of its true condition / T. B. Rogova, O. P. Nikiforova, S. V. Shaklein. Moscow – Kemerovo: the Association of experts of Russia on subsoil use. 2011. 86 p.

Рогова Тамара Борисовна, д-р техн. наук, проф. кафедры маркшейдерского дела и геологии Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева,
тел.+7 (384) 239-63-85, E-mail: rogtb@mail.ru;

Шаклеин Сергей Васильевич, д-р техн. наук, вед. научн. сотрудник Кемеровского филиала Института вычислительных технологий СО РАН и Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН,
тел.: +7 (384) 257-47-31, E-mail: sv51950@mail.ru

ТОЧНОСТЬ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СХЕМ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ

Рассмотрены исходные положения и анализ точности уравнительных вычислений по аналитическому способу.

Ключевые слова: треугольник; уравнивание; аналитический способ; варианты; случайный процесс; генератор случайных чисел; имитационное моделирование; эффективность; погрешность.

A. V. Galyanov, I. A. Shlemov

ACCURACY OF THE METHODS OF EQUALIZING MINE SURVEYING AND GEODESIC TRIANGULATIONS. ANALYTICAL METHOD

Initial positions and analysis of the accuracy of equalization calculations by analytical method are considered in this article.

Keywords: triangle; equalization; analytical method; variants; stochastic process; random number generator; simulation modeling; efficiency; error.

В настоящей статье приведены результаты второй части исследований, посвященных анализу точности методов уравнительных вычислений триангуляционных схем маркшейдерско-геодезических сетей (начало – в [1]). Рассматриваемый аналитический способ решения треугольника представляется как альтернативный по отношению к методу наименьших квадратов [2]. Его аналитическая сущность состоит в следующем.

Пусть треугольник ABC полностью определен, известны все его элементы и $AB = C_0$ – базисная сторона. Согласно теореме синусов имеем:

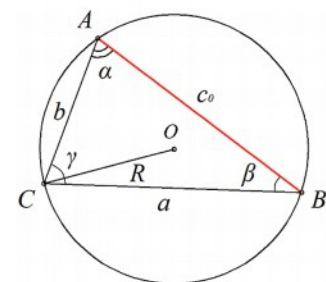
$$\frac{C_0}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = 2R = U, \quad (1)$$

где R есть радиус описанной окружности (рис. 1).

В реальных условиях все элементы треугольника (кроме базиса C_0) находятся путем непосредственного измерения и в силу этого содержат ошибки. Следовательно, соотношение (1) не будет соблюдено, т. е.

$$\frac{C_0}{\sin \gamma} \neq \frac{a}{\sin \alpha} \neq \frac{b}{\sin \beta}.$$

Рис. 1. Геометрическая схема аналитического способа решения треугольника ABC



Если принять, что

$$\frac{C_0}{\sin \gamma} = U_c, \quad \frac{a}{\sin \alpha} = U_a, \quad \frac{b}{\sin \beta} = U_b, \quad (2)$$

то наилучшей оценкой U является его среднее значение. Поскольку U_i – неравноточные значения, вводятся веса $P_i = \frac{1}{m_{U_i}^2}$. Тогда среднее значение $\bar{U}$ определяется по формуле:

$$\bar{U} = \frac{4U_c + U_a + U_b}{6}, \quad (3)$$

которое позволяет сразу определить уравниваемый угол γ из выражения:

$$\sin \gamma_{yp} = \frac{C_0}{\bar{U}}. \quad (4)$$

На следующем этапе корректируются измеренные углы α и β :

$$\alpha + \beta + \gamma_{yp} - 180^\circ = \omega.$$

$$d\alpha + d\beta = \omega, \quad d\alpha = \omega - d\beta.$$

Из (1) следует, что $\frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$, но из-за ошибок измерений это равенство не будет соблюдено. Обозначив $\frac{a}{b} = V_1$, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = V_2$, аналогично (3) можно записать:

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}. \quad (5)$$

Тогда $a = b \cdot \bar{V}$, $\sin \alpha = \bar{V} \sin \beta$. Невязка ω распределяется на углы α и β в виде ε_α и ε_β . Откуда $\varepsilon_\alpha \cos \alpha = \varepsilon_\beta \bar{V} \cos \beta$ и $\varepsilon_\beta \cdot \bar{V} \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} + \varepsilon_\beta = \omega$, или

$$\varepsilon_\beta = \frac{\omega}{\bar{V} \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} + 1}; \quad (6)$$

$$\alpha_{yp} = \alpha - \varepsilon_\alpha; \quad \beta_{yp} = \beta - \varepsilon_\beta; \quad (7)$$

$$a_{yp} = \bar{U} \sin \alpha_{yp}; \quad b_{yp} = \bar{U} \sin \beta_{yp}. \quad (8)$$

Таким образом, треугольник ABC полностью решен практически на одной странице. Естественно, что точность аналитического способа решения определяется погрешностью значения $\bar{U}$. Ниже приводятся результаты анализа точности рассматриваемого способа решения треугольника.

На рис. 2 приведена блок-схема решения задачи методом имитационного моделирования «непосредственных» измерений с использованием генератора случайных чисел. При этом программа построена таким образом, что эти «непосредственные» измерения при-

нимались одинаковыми как для аналитического способа, так и для метода наименьших квадратов, что, в конечном счете, позволило произвести сравнение их между собой.

Равномерное распределение ошибок измерения параметров треугольника ABC

На рис. 3 приведены фрагменты одного из расчетных вариантов в форме динамических графиков изменения ошибок параметров треугольника ABC до и после уравнительных вычислений. Здесь наглядно прослеживается значительное (примерно на 50–60 %) снижение разброса ошибок в уравненных длинах сторон (a и b) треугольника и практически неизменный разброс ошибок уравнированных углов. Следовательно, аналитический способ «приоритетно» исправляет длины сторон таким образом, что бы они образовывали замкнутый контур при уравнированных углах.

Обобщающие оценки по всему комплексу проведенных расчетов представлены в табл. 1, из которой следует, что эффект уменьшения погрешности уравнированных длин сторон треугольника отмечается в области изменения угла α от 30° до 100° . За пределами этой области погрешность «уравнированных» длин сторон значительно превосходит погрешность непосредственных измерений. Как факт следует констатировать, что погрешность угловых параметров не уменьшается и даже увеличивается в области тупоугольных и, особенно, остроугольных форм треугольника. Таким образом, форма треугольника является определяющим фак-

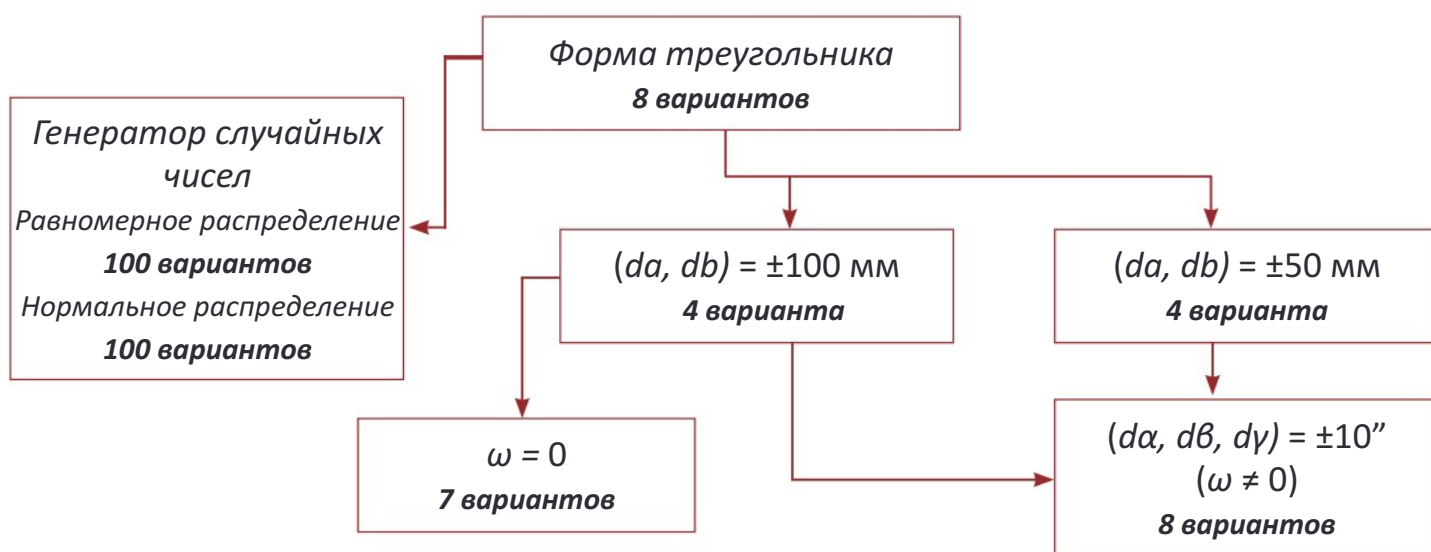


Рис. 2. Блок-схема рассматриваемых расчетных вариантов по МНК

Таблица 1

Сопоставление стандартов σ ошибок длин сторон ($\Delta a, \Delta b$) и углов ($\Delta \alpha, \Delta \beta, \Delta \gamma$) в расчетных схемах до ($\sigma_{изм}$) и после (σ_{AC}) уравнивания треугольника ABC (равномерное распределение)

Угол α°	170°	150°	120°	80°	60°	30°	20°	10°
Длины сторон треугольника ABC								
$\sigma_{изм}$, мм	58,47	57,62	57,95	57,87	56,98	57,95	58,03	56,93
σ_{AC} , мм	731,89	188,86	58,37	34,19	32,68	52,07	78,09	126,90
$\sigma_{AC} / \sigma_{изм}$	12,5174	3,2777	1,0072	0,5908	0,5735	0,8985	1,3457	2,2291
Углы треугольника ABC								
$\sigma''_{изм}$	5,78	5,63	5,78	5,55	5,53	5,74	5,88	5,77
σ''_{AC}	12,28	10,61	9,73	6,00	6,09	20,68	50,70	171,25
$\sigma_{AC} / \sigma_{изм}$	2,1246	1,8845	1,6834	1,0811	1,1013	3,6028	8,6224	29,6794

тором в эффективности уравнительных вычислений.

В табл. 2 приведены результаты сопоставления ошибок измеренных (d_i) и уравненных (Δi) элементов треугольника ABC. Здесь следует отметить наличие существенной связи между указанными ошибками стороны a в области остроугольных форм треугольника, а так же угла β в области тупоугольных форм. Примечательным является то, что эти связи прямые, т. е. знак ошибки уравненного значения сохраняет знак ошибок непосредственных измерений.

Данные табл. 3 дополняют этот анализ рассмотрением «внутренних» соотношений между уже уравненными параметрами треугольника: ошибки уравненных длин сторон a и b имеют $r > 0$, т. е. имеют один знак (гр. 2); ошибки стороны a и угла α имеют $r < 0$ в области тупоугольных форм треугольника и $r > 0$ – в области остроугольных форм (гр. 3); аналогична корреляция ошибки стороны b и угла α (гр. 6); обладают высокой корреляцией ошибки стороны b и угла β (гр. 7) при $r > 0.9$; независимо от формы отмечается обратная связь между ошибками углов α и γ (гр. 10). Следует отметить, что отмеченные моменты полностью соответствуют их геометрической интерпретации.

Нормальное распределение ошибок измерения параметров треугольника ABC

Поскольку существующая теоретическая концепция в оценке точности непосредствен-

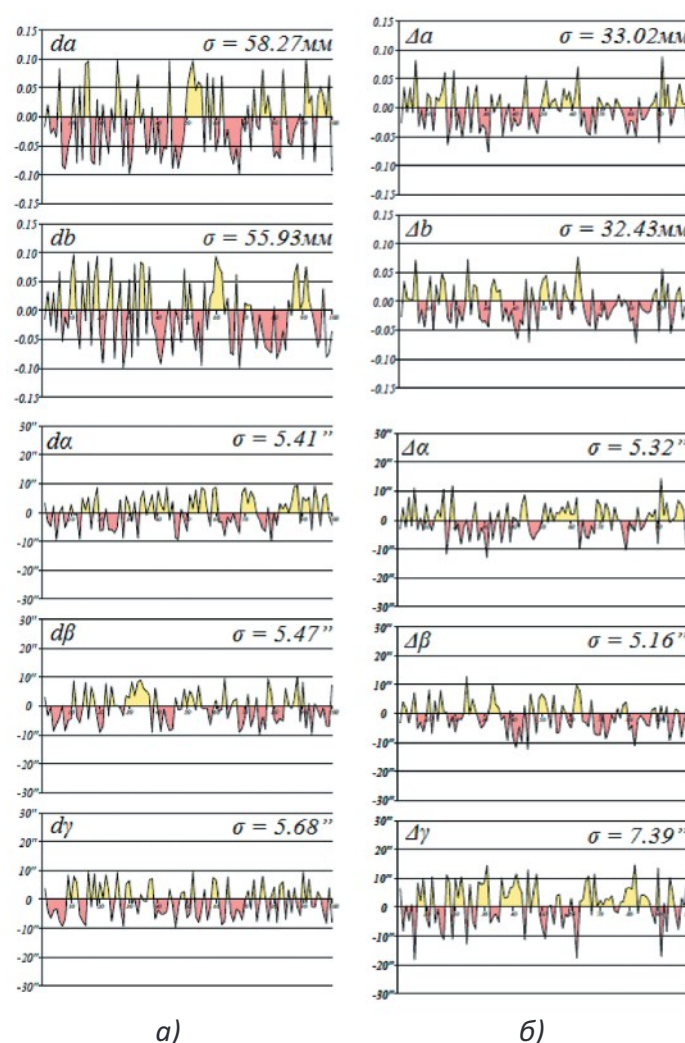


Рис. 3. Динамические графики изменения ошибок «измеренных» (а) и уравненных (б) длин сторон и углов треугольника ABC по AC в схеме $\alpha = 60^\circ$ (равномерное распределение)

ных измерений исходит из представления о распределении ошибок по закону Гаусса (нормальное распределение):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (9)$$

Таблица 2

Коэффициенты корреляции r между ошибками «измеренных» (di) и уравненных (Δi) элементов треугольника ABC по AC (равномерное распределение)

α°	$da - \Delta a$	$db - \Delta b$	$d\alpha - \Delta \alpha$	$d\beta - \Delta \beta$	$d\gamma - \Delta \gamma$
170	0,0574	-0,0026	-0,4029	0,9101	0,8663
150	0,1985	0,0408	-0,1808	0,9203	0,8582
120	0,0648	-0,1100	-0,2258	0,9473	0,7329
80	0,4646	0,5981	0,1771	0,9522	0,5647
60	0,7185	0,5401	0,4667	0,4574	0,1764
30	0,8246	0,4979	0,7721	-0,0044	0,3446
20	0,8987	0,5280	0,7774	-0,0136	-0,0376
10	0,8854	0,0235	0,8437	0,1396	-0,0428

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между уравненными элементами треугольника ABC по AC (равномерное распределение)

α°	$\Delta a - \Delta b$	$\Delta a - \Delta \alpha$	$\Delta a - \Delta \beta$	$\Delta a - \Delta \gamma$	$\Delta b - \Delta \alpha$	$\Delta b - \Delta \beta$	$\Delta b - \Delta \gamma$	$\Delta \alpha - \Delta \beta$	$\Delta \alpha - \Delta \gamma$	$\Delta \beta - \Delta \gamma$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
170	1,0000	-0,9237	0,9772	0,1837	-0,9250	0,9779	0,1871	-0,9840	-0,5463	0,3883
150	0,9989	-0,8489	0,9464	0,0807	-0,8728	0,9605	0,1274	-0,9741	-0,5953	0,3983
120	0,8942	-0,4549	0,6613	-0,2264	-0,8055	0,9272	0,2337	-0,9688	-0,7644	0,5809
80	0,7152	0,8619	-0,1010	-0,9912	0,2621	0,6232	-0,8012	-0,5914	-0,7874	-0,0313
60	0,7983	0,8989	0,4334	-0,9493	0,4538	0,8887	-0,9471	-0,0052	-0,7157	-0,6947
30	0,7140	0,8937	0,6333	-0,7815	0,3239	0,9940	-0,9948	0,2187	-0,4184	-0,9778
20	0,6551	0,8332	0,6225	-0,6862	0,1280	0,9991	-0,9991	0,0858	-0,1694	-0,9964
10	0,5819	0,8748	0,5715	-0,5922	0,1150	0,9999	-0,9999	0,1024	-0,1277	-0,9997

проведены аналогичные предыдущим исследования по выявлению влиянию вида распределения ошибок непосредственных измерений на результаты уравнительных вычислений. При этом параметры нормального распределения определяются из условия:

$$\sigma_N = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{6}, \quad (10)$$

где числитель формулы соответствует заданному разбросу параметра x для равномерного распределения. Нетрудно убедиться, что σ_N находится в соотношении с σ_R (стандарт равномерного распределения) как $\sigma_R = \sqrt{3} \cdot \sigma_N$ в одних и тех же границах изменения параметра x . Поэтому следовало ожидать схожести результатов уравнительных вычислений, что полностью подтверждено данными табл. 4–6.

Таблица 4

Сопоставление стандартов σ ошибок длин сторон ($\Delta a, \Delta b$) и углов ($\Delta \alpha, \Delta \beta, \Delta \gamma$) в расчетных схемах до ($\sigma_{изм}$) и после (σ_{AC}) уравнивания треугольника ABC (нормальное распределение)

Угол α°	170°	150°	120°	80°	60°	30°	20°	10°
Длины сторон треугольника ABC								
$\sigma_{изм}, \text{ мм}$	35,41	32,95	32,74	32,83	35,16	34,83	35,85	29,95
$\sigma_{AC}, \text{ мм}$	403,22	103,16	36,76	18,46	20,8	30,72	42,44	73,42
$\sigma_{AC} / \sigma_{изм}$	11,3872	3,1308	1,1228	0,5623	0,5916	0,8820	1,1838	2,4514
Углы треугольника ABC								
$\sigma''_{изм}$	3,27	3,04	3,63	3,19	3,37	3,34	3,37	3,09
σ''_{AC}	6,99	6,59	5,70	3,33	3,82	12,37	27,11	98,71
$\sigma_{AC} / \sigma_{изм}$	2,1376	2,1678	1,5702	1,0439	1,1335	3,7036	8,0445	31,9450

Таблица 5

Коэффициенты корреляции r между ошибками «измеренных» (di) и уравненных (Δi) элементов треугольника ABC по AC (нормальное распределение)

α°	$da - \Delta a$	$db - \Delta b$	$d\alpha - \Delta\alpha$	$d\beta - \Delta\beta$	$d\gamma - \Delta\gamma$
170	-0,0863	-0,2073	-0,4756	0,9035	0,8963
150	-0,0954	0,0125	-0,2375	0,9295	0,8912
120	0,0906	0,0518	-0,3861	0,9519	0,7378
80	0,5256	0,5953	0,0437	0,9512	0,4624
60	0,6113	0,5807	0,3373	0,4753	0,3671
30	0,8407	0,4594	0,7640	0,0743	-0,0556
20	0,8754	0,3877	0,8049	-0,0269	0,0011
10	0,8972	0,2637	0,7953	-0,0901	0,0454

Таблица 6

Коэффициенты корреляции между уравненными элементами треугольника ABC по AC (нормальное распределение)

α°	$\Delta a - \Delta b$	$\Delta a - \Delta\alpha$	$\Delta a - \Delta\beta$	$\Delta a - \Delta\gamma$	$\Delta b - \Delta\alpha$	$\Delta b - \Delta\beta$	$\Delta b - \Delta\gamma$	$\Delta\alpha - \Delta\beta$	$\Delta\alpha - \Delta\gamma$	$\Delta\beta - \Delta\gamma$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
170	1,0000	-0,9137	0,9732	0,2291	-0,9153	0,9741	0,2328	-0,9827	-0,6048	0,4468
150	0,9988	-0,8784	0,9512	0,3726	-0,9007	0,9651	0,4176	-0,9830	-0,7708	0,6408
120	0,9219	-0,5383	0,7319	-0,2259	-0,8227	0,9387	0,1691	-0,9683	-0,6993	0,4985
80	0,6644	0,8355	-0,1061	-0,9888	0,1444	0,6727	-0,7685	-0,6350	-0,7441	-0,0436
60	0,8100	0,8755	0,5036	-0,9480	0,4257	0,9145	-0,9545	0,0233	-0,6761	-0,7524
30	0,7153	0,8788	0,6394	-0,7797	0,2952	0,9947	-0,9953	0,1951	-0,3865	-0,9800
20	0,6686	0,8804	0,6323	-0,7027	0,2359	0,9989	-0,9989	0,1892	-0,2812	-0,9955
10	0,6511	0,8549	0,6427	-0,6595	0,1630	0,9999	-0,9999	0,1521	-0,1739	-0,9998

Здесь так же просматривается область ($60^\circ \leq \alpha < 90^\circ$) значительного снижения ошибки в уравненных длинах сторон треугольника по отношению к их измеренным значениям; за пределами этой области уравнивательные вычисления не улучшают, а напротив, ухудшают точность непосредственных измерений; уравнивательные вычисления вообще не приводят к повышению точности угловых параметров. На рис. 4 приведен фрагмент вычислительного варианта для наиболее выгодной формы треугольника.

Таким образом, если априори утверждается (постулируется), что ошибки измерений являются случайными величинами, то форма их распределения не является регламентирующим фактором в «алгоритме» уравнивательных вычислений. Как показали исследования, главным критерием «случайности» события является его динамическая характеристика – соответствие распределения параметра τ (длительности серии знаков ошибок) вида

$$P(\tau) = 0.5^\tau, \quad (3)$$

при $\bar{\tau} = \sigma_\tau^2 = 2, (\tau = 1, 2, 3, \dots n)$ [2].

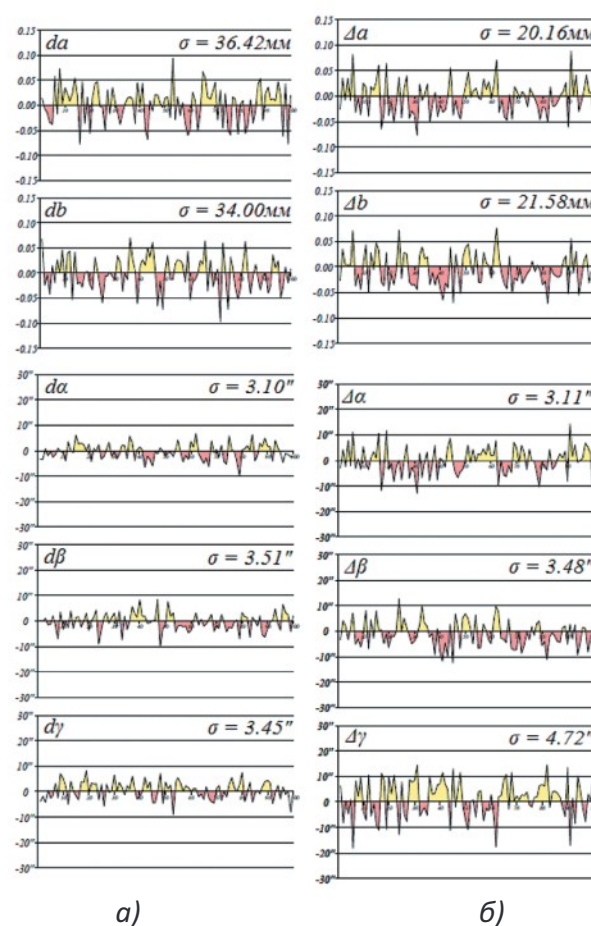


Рис. 4. Динамические графики изменения ошибок «измеренных» (а) и уравненных (б) длин сторон и углов треугольника ABC по AC в схеме $\alpha = 60^\circ$ (нормальное распределение)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шлемов И. А., Гальянов А. В. Точность методов решения маркшейдерско-геодезических триангуляционных схем. Метод наименьших квадратов // Маркшейдерский вестник. – 2017. № 3. С. 39–42.
2. Гальянов А. В. Способ уравнивания треугольни-

ка // Маркшейдерия и недропользование. – 2017. № 63. С. 61–62.

3. Гальянов А. В. Теоретические основы геометризации процессов в горном деле: научная монография / А. В. Гальянов; УГГУ – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. – 250 с.

REFERENCES

1. Shlemov I. A., Galyanov A. V. Accuracy of the methods of equalizing mine surveying and geodesic triangulations. The method of ordinary least squares // Mine surveying bulletin. 2017. No.3. pp. 39–42.
2. Galyanov A. V. Method of equalization of triangle

// Mine surveying and subsoil use. 2013. No. 63. pp. 61–62.

3. Galyanov A. V. Theoretical basis of the geometrization of processes in mining: monograph / A. V. Galyanov; UGSU – Ekaterinburg: Publishing house of the UGSU, 2010. 250 p.

Гальянов Алексей Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры маркшейдерского дела, E-mail: sgimd@mail.ru;

Шлемов Иван Александрович, аспирант, E-mail: smeag@mail.ru

(Уральский государственный горный университет)

Уважаемые коллеги!

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»

ЧУ «ЦДПО «Горное образование»

(Лицензия серии 77 Л01 №0008098, регистрационный № 037280)

Повышение квалификации по горным специальностям в 2017–2018 годах (72 часа)

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

Слушатели зачисляются на основании заявки от предприятия и заключенного договора. По окончании курсов повышения квалификации выдается удостоверение.

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 20.11.2017-29.11.2017 05.02.2018-14.02.2018 19.02.2018-02.03.2018* 16.04.2018-25.04.2018 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018**** 19.11.2018-28.11.2018	«Маркшейдерское дело»	Специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 19.02.2018-02.03.2018* 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018****	«Рациональное использование и охрана недр»	Специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 19.02.2018-02.03.2018* 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018****	«Геология»	Специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 19.02.2018-02.03.2018* 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018****	«Землеустройство и земельный кадастр»	Специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 19.02.2018-02.03.2018* 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018****	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	Специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
25.09.2017-04.10.2017*** 23.10.2017-01.11.2017**** 19.02.2018-02.03.2018* 21.05.2018-30.05.2018** 24.09.2018-03.10.2018*** 22.10.2018-31.10.2018****	«Организация кадровой службы и управление персоналом при недропользовании»	Специалисты кадровых служб горно- и нефтегазодобывающих организаций

* – очная часть курсов повышения квалификации (26.02.2018–02.03.2018) проводится в г. Тюмени. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья»

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

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

**** курсы повышения квалификации проводится в г. Санкт-Петербурге (2018 г.), г. Москве (2017 г.). Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской конференции «Новые технологии при недропользовании»

Получить более подробную информацию об обучении, полном перечне проводимых курсов, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.mwork.su, по E-mail: obr@mwork.su; gorobr@inbox.ru или по тел.: +7 (495) 641-00-45, +7 (499) 263-15-55

ТЕХНОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА СОВРЕМЕННУЮ ГЕОДИНАМИКУ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Проведен анализ результатов многолетних наблюдений за динамикой современных деформационных процессов земной поверхности на Самотлорском геодинамическом полигоне, на основе высокоточных геодезических, гравиметрических измерений, геолого-промысловых показателей эксплуатационных и нагнетательных скважин. Установлена тенденция оседания земной поверхности со скоростью 15-20 мм/год в центральной и юго-восточной части месторождения. Выявлены основные механизмы, влияющие на напряженно-деформированное состояние продуктивных пластов и вышележащих отложений.

Ключевые слова: геодинамический мониторинг; современные деформационные процессы; техногенный процесс; геодезические измерения; высокоточная гравиметрия; система заводнения; геотемпературное поле; геомеханические условия; напряженно-деформированное состояние; мульда оседания земной поверхности.

Y. V. Vasil'ev, A. G. Plavnik, A. V. Radchenko

THE TECHNOGENIC IMPACT OF HYDROCARBON PRODUCTION ON RECENT GEODYNAMICS OF SAMOTLOR OIL FIELD

The analysis of the results of long-term observations of the dynamics of contemporary deformation processes of the earth's surface at the Samotlor geodynamic polygon-based high-precision geodetic, gravimetric measurements, geological indicators of operational and injection wells. The tendency of subsidence of the earth's surface at a rate of 15-20 mm/year in Central and South-Eastern part of the field. The basic mechanisms affecting the stress-strain state of the productive strata and the overlying sediments.

Key words: geodynamic monitoring; modern deformation processes; industrial process; geodetic measurements; high-precision gravimetry; flooding; geotemperature field; rock mechanics; stress-strain state; chest subsidence of the earth's surface.

Самотлорское газонефтяное месторождение открыто в 1965 г. и введено в разработку в 1969 г. Промышленные залежи нефти установлены в пластах от ЮВ₁ до ПК₁. Всего выявлено 64 залежи, из которых одна газовая (ПК₁) и четыре нефтегазовые (АВ₁¹⁻², АВ₁³, АВ₂₋₃, АВ₄₋₅). Максимальный размер площади нефтегазоносности по пласту АВ₁¹⁻² составляет 65 x 40 км. Этаж нефтеносности – 1600 м. Площадь горного отвода лицензионного участка АО «Самотлорнефтегаз» составляет 2315 км².

По состоянию на 01.09.2016 из недр месторождения накопленная добыча жидкости с начала разработки составила 14,2 млрд м³, том числе накопленная добыча нефти соста-

вила 2,7 млрд тонн нефти. Для получения такого результата в систему заводнения закачано 15,8 млрд м³ рабочего агента (подземных, поверхностных и сточных вод). Общий фонд скважин составляет 18933 (9318 добывающих и 4427 нагнетательных) единиц. Такая гигантская техногенная нагрузка (9 скважин на 1 км² площади) инициирует проявление геодинамических процессов природно-техногенного генезиса, которые формируют деформационные и флюидодинамические изменения в недрах.

Результаты геодинамического мониторинга и накопленный научно-практический опыт свидетельствуют, что техногенное воз-

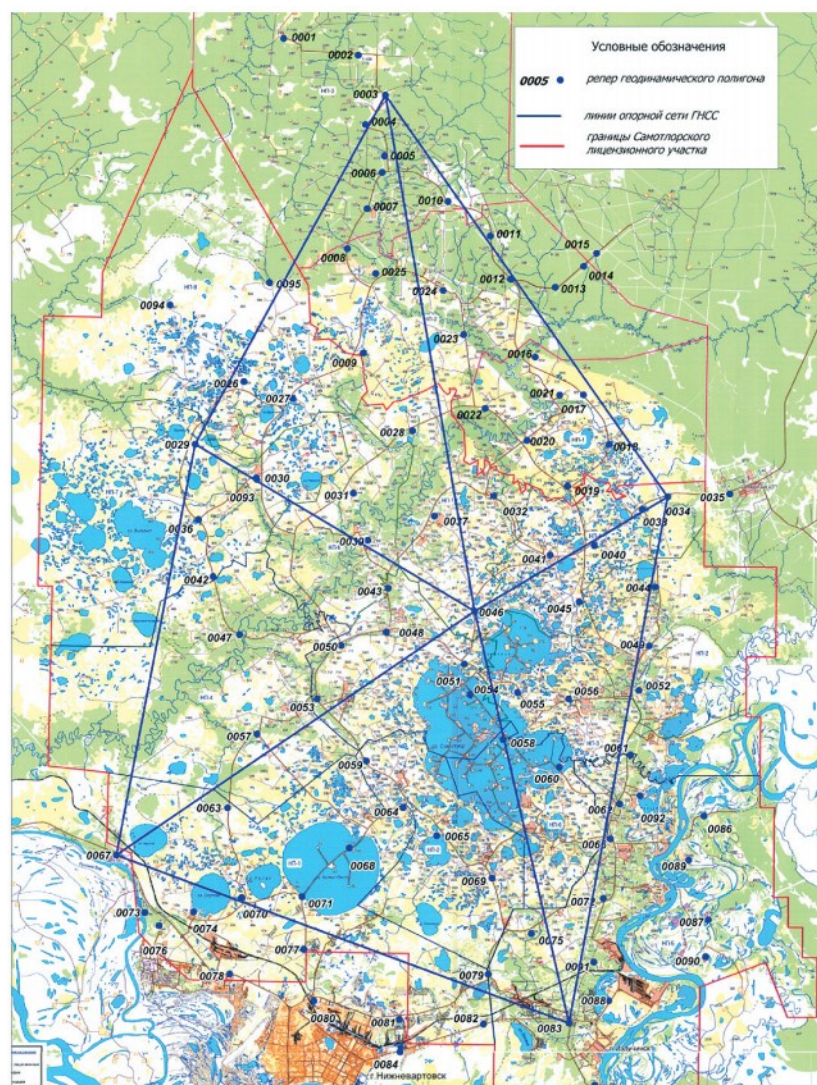


Рис. 1. Схема лицензионного участка с наблюдательными пунктами СГДП и опорной сетью спутниковых наблюдений

действие в результате интенсивной и долговременной добычи углеводородов при обработке нефтегазовых месторождений нарушает природное напряженно-деформированное состояние (НДС) массива недр. Это нередко сопровождается сломом колонн скважин, межпластовыми перетоками и газовыми грифонами, загрязнением водоносных горизонтов, оседанием земной поверхности с нарушением устойчивости наземных и подземных сооружений [1].

Для обеспечения геодинамической безопасности от техногенного влияния разработки Самотлорского месторождения на природную среду, объекты нефтегазодобычи, промышленные и гражданские сооружения, расположенные в площади горного отвода (Нижневартовская ГРЭС, пос. Излучинск, северная часть города Нижневартовска) в 2002 г. создан Самотлорский геодинамический полигон (СГДП). В 2016 г. выполнен 14-й цикл высокоточных геодезических и геофизических

измерений по 95 наблюдательным станциям (рис. 1).

На геодинамическом полигоне инструментальные измерения включали следующие виды работ:

- нивелирование II класса с протяженностью линий 300 пог. км двойного хода;
- спутниковые наблюдения (с точностью 2,2 мм в плане и 3,8 мм по высоте);
- высокоточной гравиметрии, с точностью 0,007 мГал.

Анализ материалов геодинамического мониторинга с учетом дистанционных методов зондирования (геодинамического районирования, радарной интерферометрии) и данных геолого-промысловых показателей разработки (отборы нефти и жидкости, пластовые давления), выполнен для комплексной оценки геодинамического риска с целью принятия управленческих решений [4,6].

Результаты четырнадцати циклов высокоточных геодезических измерений, полученных геометрическим нивелированием II класса, выявили, что у подавляющего числа пунктов СГДП высоты уменьшились. В целом за период 2002–2016 гг. подъем высотных отметок произошел только в 4 пунктах (0049, 0065, 0077 и 0080). Максимальная величина накопленного оседания земной поверхности составляет –253 мм (пункт 0061), а максимальная величина подъема + 128 мм (пункт 0049).

Полученные данные отображают общую тенденцию к увеличению отрицательных значений высот, что свидетельствует о стабильном оседании земной поверхности над подрабатываемой территорией Самотлорского месторождения в центральной и юго-восточной части лицензионного участка со скоростью 15–20 мм/год. При этом мульда оседания земной поверхности по изолинии –30 мм занимает $\frac{2}{3}$, по изолинии –50 мм – $\frac{1}{2}$, по изолинии –80 мм – $\frac{1}{3}$ площади лицензионного участка (рис. 2, 4).

Горизонтальные сдвиги пунктов СГДП, вычисленные между циклами 2016–2015 гг. методом ГНСС-измерений, зафиксировали значения в пределах от 0 до 52 мм (п. 0002). По векторным полям горизонтальных движений мульда имеет 5 геодинамических эпицентров, каждый из которых имеет замкнутую форму векторной направленности к центру, подтверждая процесс мульдобразования. При этом

прослеживаются отдельные локальные участки разнонаправленных горизонтальных движений земной поверхности, свидетельствующие о блоковом характере подвижек (рис. 3).

Гравиметрические наблюдения на СГДП были направлены на выявление динамических аномалий во времени сил тяжести земли на земной поверхности, которые обусловлены изменениями плотностных характеристик на глубине. Изменение гравитационного поля зависит от режима флюидодинамических процессов, происходящих в недрах, поскольку прослеживается закономерность изменения сил тяжести от добычи нефти, которая имеет меньший удельный вес, чем закачиваемая жидкость системы поддержания пластового давления (ППД), формируется повышенный гравитационный потенциал плотностных характеристик в зоне отбора углеводородов [4].

Результаты гравитационного мониторинга позволили выявить аномальные области увеличения значений силы тяжести

(уплотнения-оседания территории) в центральной и юго-восточной части месторождения (рис. 5), что достаточно уверенно коррелирует с зонами оседания, выявленными по результатам геодезических измерений и карт отбора нефти, жидкости, изобар (рис. 6, 7).

Анализ и интерпретация результатов геодинамического мониторинга за период 2002–2016 гг. по данным высокоточного нивелирования, ГНСС-наблюдений, гравиметрии, геолого-промысловым показателям позволяет сделать вывод о том, что в недрах месторождения сформирована нестабильная гидродинамическая система. В связи с неоднородностью фильтрационно-емкостных свойств по вертикали и латерали наблюдается естественная нестабильность скорости снижения давления и уровней пластовых вод и формирования зон обводнения как по площади, так и по разрезу и во времени. Это, в свою очередь, создает условия для пульсационного режима НДС продуктивных коллек-

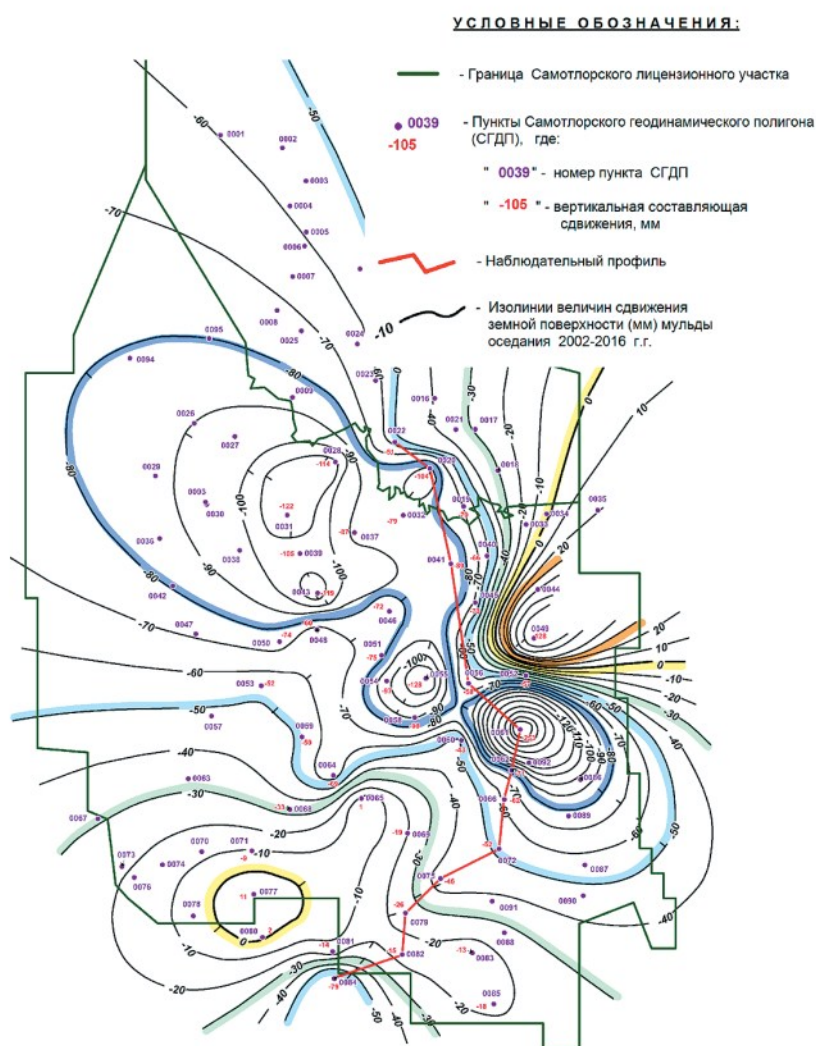


Рис. 2. Муьда оседания земной поверхности за период 2002–2016 гг.

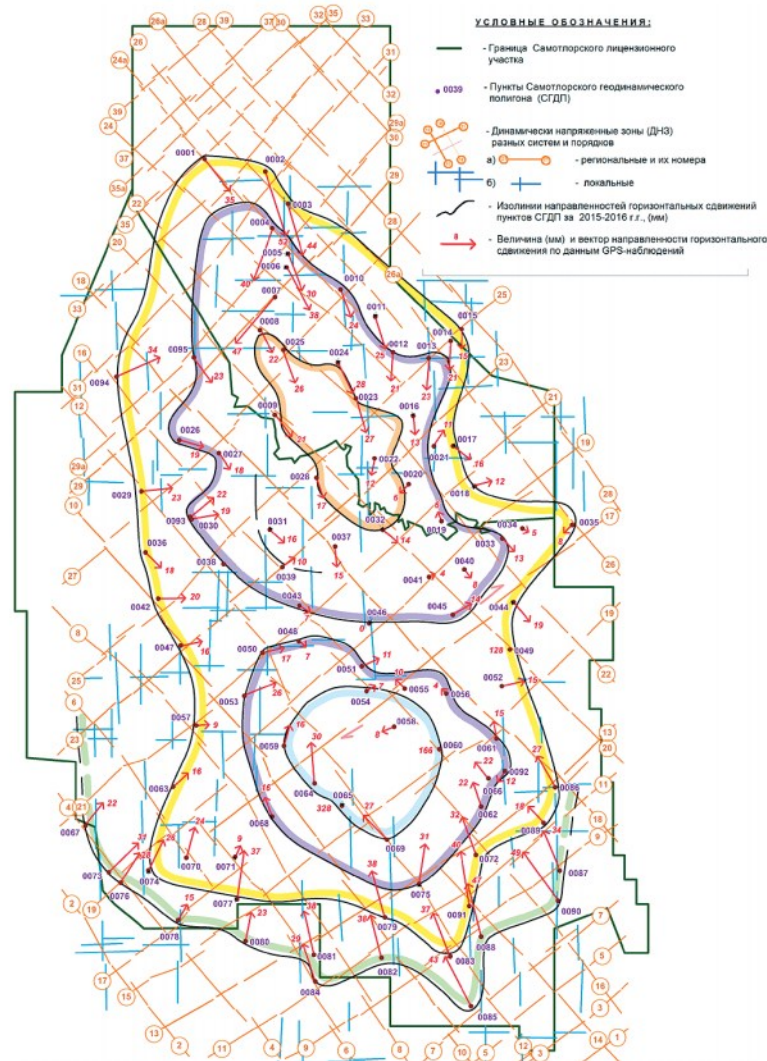


Рис. 3. Схема горизонтальных сдвигов за период 2015–2016 гг.

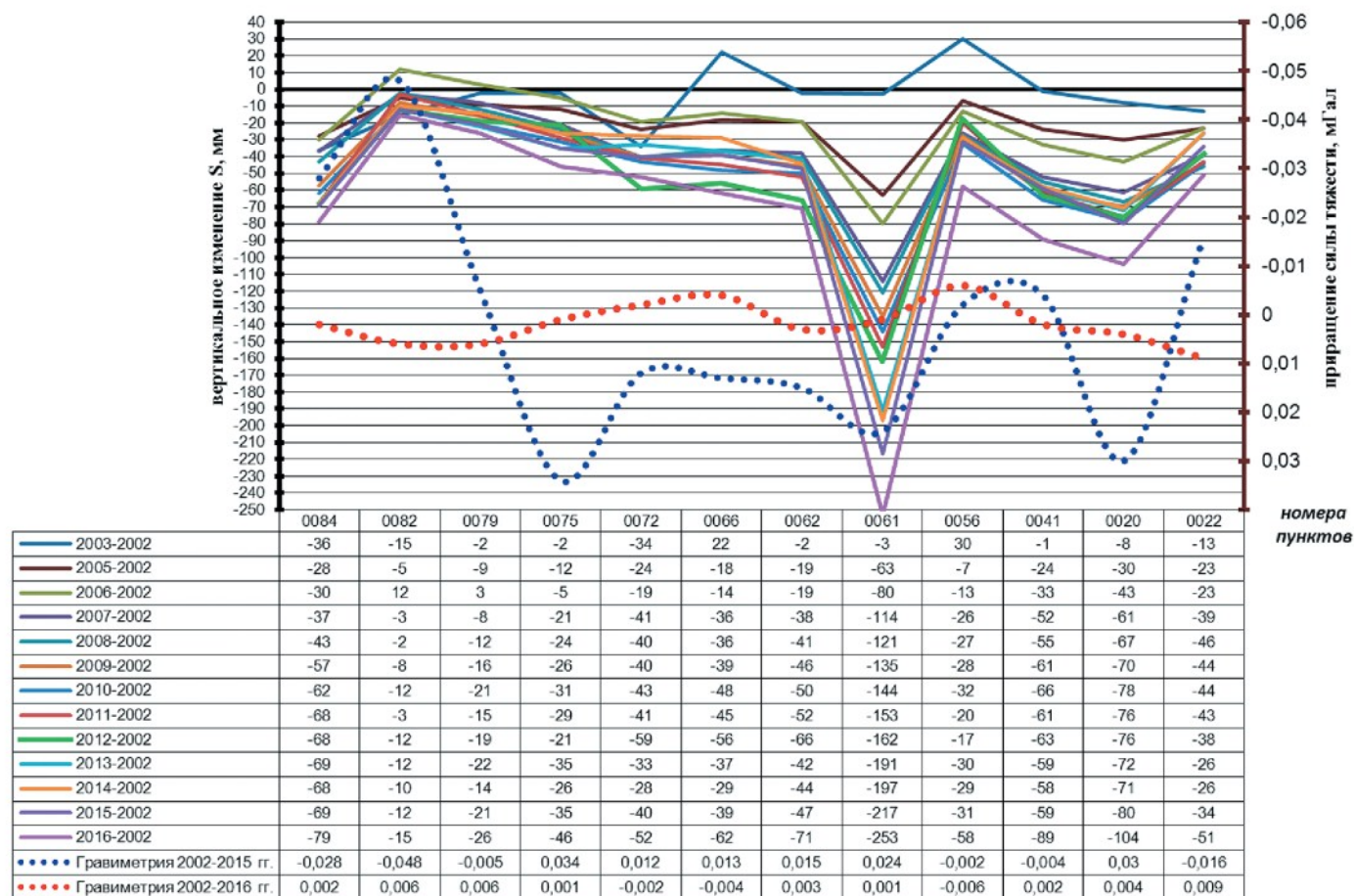


Рис. 4. Динамика вертикальных деформаций по данным высокоточного нивелирования на линии пунктов 0084-0022 СГДП за период 2002–2016 гг.

торов из-за масштабного применения систем заводнения и гидроразрыва пластов.

Сопоставительный анализ полученной информации по накопленной добыче нефти с начала разработки на 01.01.2016 с данными по динамике приращения сил тяжести земли, по данным высокоточной гравиметрии за период 2002–2016 гг., свидетельствует о взаимосвязи деформационных процессов с динамикой плотностных характеристик и величиной отбора углеводородов (рис. 6). Это объясняется тем, что замещение в недрах нефти водой приводит к изменению гравитационного поля, которое, в свою очередь, влечет за собой изменение ортометрических высот и создает условия формирования мульды оседания [6].

Таким образом, анализ деформационных процессов показал, что техногенный фактор разработки месторождения в формировании мульды оседания является определяющим, поскольку зону максимальных оседаний в центральной и юго-восточной части территории Самотлорского месторождения формируют наибольшие добычные показатели отбора нефти [4, 6].

Тектоно-физические основы современной геодинамики свидетельствуют о том, что вели-

чина оседания земной поверхности зависит от падения пластового давления, сжимаемости, пористости и толщин пород-коллекторов [2]. Интенсивная и долговременная эксплуатация месторождений нефти приводит к снижению первоначально высоких пластовых давлений и к дегидратации пород продуктивных горизонтов. Деформирование порового пространства и минерального скелета коллекторов, вследствие падения пластовых давлений, является причиной уплотнения и деформаций вышележащих пород, приводит к оседанию слоев, перекрывающих продуктивные горизонты. Размеры величин оседания земной поверхности обычно соизмеримы со степенью уплотнения эксплуатируемых пластов и составляют порядка 30 мм при снижении пластового давления на 1 МПа [3].

Анализ энергетического состояния основных пластов разработки свидетельствует о падении изначально высоких пластовых давлений по группе пластов АВ на 2,3 МПа, по группе пластов БВ на 5,2 МПа. Выявлено, что к сформированным зонам падения пластовых давлений приурочены участки наибольших оседаний земной поверхности, выявленных высокоточными геодезическими методами.

Так, совмещение карты-схемы изобар пластовых давлений АВ₁³, построенной на 01.07.2016 с изолиниями мульды оседания за период 2002–2016 гг., свидетельствует о высокой корреляционной сходимости зон депрессий пластовых давлений с участками оседания земной поверхности (рис. 7).

Еще одним видом техногенного воздействия на формирование НДС продуктивных пластов является процесс тепломассопереноса при организации системы поддержания пластового давления [5].

При разработке Самотлорского месторождения, начиная с конца 70-х годов, активно используются система ППД [8]. Диапазон наибольших отклонений температуры закачиваемого рабочего агента от пластовых температур по разным объектам эксплуатации составляет от 20 °С до 50 °С, чем определяется существенность геотемпературного

воздействия от использования охлажденной жидкости в системах заводнения. Это подтверждается детальными и многолетними экспериментальными исследованиями, выполненными на месторождении Узень, расположенном в Южно-Мангышлакском нефтегазоносном районе Казахстана [10]. Наибольшие понижения температуры на этом месторождении (10–30 °С) зафиксированы в эксплуатационных скважинах, расположенных на расстоянии до 250 м от нагнетательных. Однако в ряде зон месторождения фронт охлаждения распространился на 800–1000 м от нагнетательных рядов вглубь эксплуатационных блоков [11].

Для прогнозирования режима геотемпературного поля в пласте, при нагнетании жидкости разных температурных значений, используется ряд расчетных методов Х. А. Ловерье, Э. Б. Чекалюка, Л. И. Рубин-

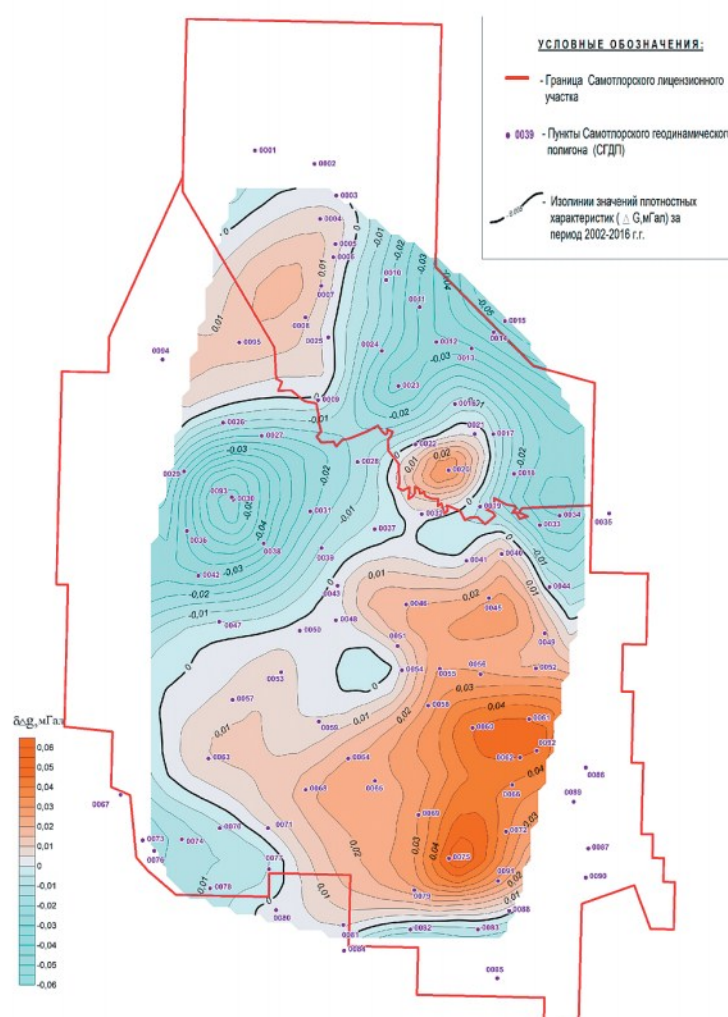


Рис. 5. Карта-схема динамических аномалий плотностных характеристик (ΔG , мГал) за период 2002–2016 гг.

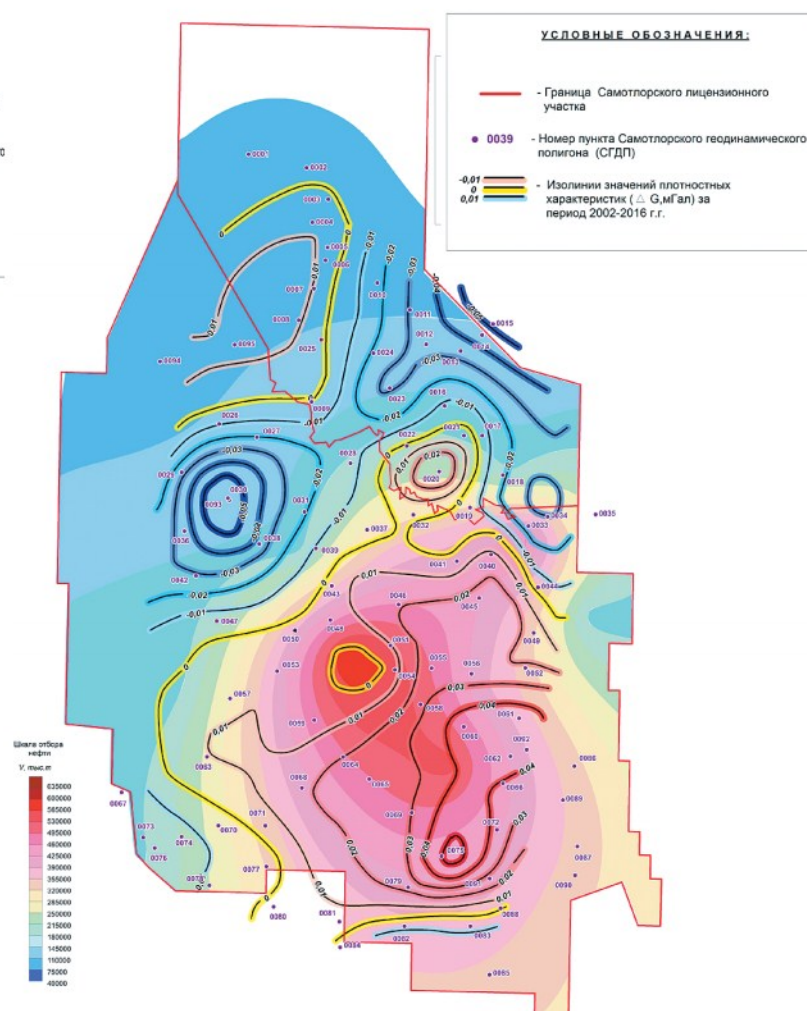


Рис. 6. Схема накопленных отборов нефти с начала разработки Самотлорского месторождения на 01.10.2016 г., совмещенная с изолиниями наблюдаемых значений сил тяжести земли (ΔG , мГал) за период 2002–2016 гг.

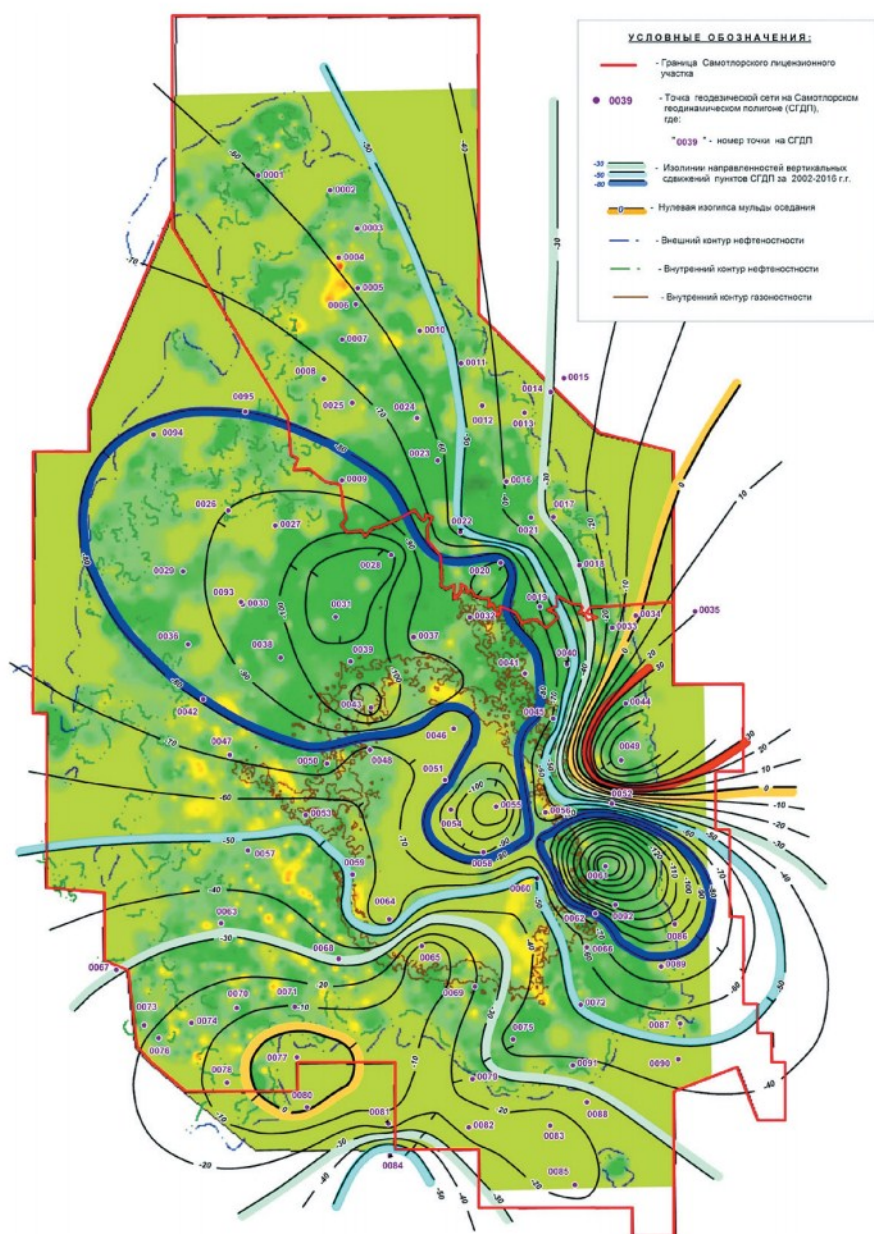


Рис. 7. Схема пластовых давлений продуктивного пласта АВ₃ Самотлорского месторождения на 01.07.2016 г. (по данным ТННЦ), совмещенная с мульдой оседания земной поверхности по данным нивелирования II класса за период 2002–2016 гг.

штейна, Н. А. Авдони́на и др. [9, 12, 13, 14]. Для расчетов масштабности охлаждающего воздействия систем заводнения при разработке нефтяных месторождений, как представляется, вполне применимы формулы Х. А. Ловерье. Предпочтительность этой модели определена легкостью реализации, быстротой проводимых вычислений и приемлемой точностью. К тому же в рамках этой модели можно оценить не только движение прогретой зоны в пласте, но и во вмещающих породах.

Результаты расчетов распространения фронта температурных изменений в плане и по вертикали для серии продуктивных пла-

стов Самотлорского месторождения приведены в [5]. Анализ показывает, что в первый год эксплуатации средний радиус распространения температурных изменений по латерали находится в районе 70 м, к 50-му году он достигает 500 м, что в полной мере согласуется с экспериментальными исследованиями на месторождении Узень. Наиболее сильное воздействие оказывается на пласты АВ₆, АВ₇ и АВ₁₃. Распространения температурных изменений по разрезу отложений в первый год эксплуатации составляет в среднем около 30 м, к 50-му году эксплуатации – около 160 м.

Согласно оценкам темпов восстановления температур после прекращения закачки холодного агента, значимые температурные изменения нивелируются в течение 250 лет и не превосходят 2 °С по различным объектам эксплуатации [5]. В масштабах геологического времени это свидетельствует о том, что охлаждающее воздействие в результате использования систем заводнения является обратимым и, как техногенный фактор, влияющий на геотемпературный режим, носит незначительный характер.

Вместе с тем изменения геотемпературных условий оказывают существенное воздействие на многие процессы, происходящие в пластах: физические, физико-химические, химические, механические. В частности, очевидно, имеет место сжатие пород при их охлаждении. Согласно проведенным вычислениям [5] основная часть значений проседания за счет охлаждения пород может составлять от 1 до 4 см, а в отдельных скважинах превышать 9 см. Это свидетельствует о том, что температурное воздействие может приводить к весьма существенным механическим изменениям в разрезе осадочных отложений Самотлорского месторождения. Безусловно, эти процессы имеют локальный характер и сконцентрированы около нагнетательных скважин, но значительное количество этих скважин на месторождении определяет масштабность суммарного воздействия. При этом нарушение условий упругого сжатия пород, их хрупкость обуславливают необратимость механических изменений.

Результаты оценки суммарной интенсивности охлаждающего воздействия системы заводнения на Самотлорском месторождении

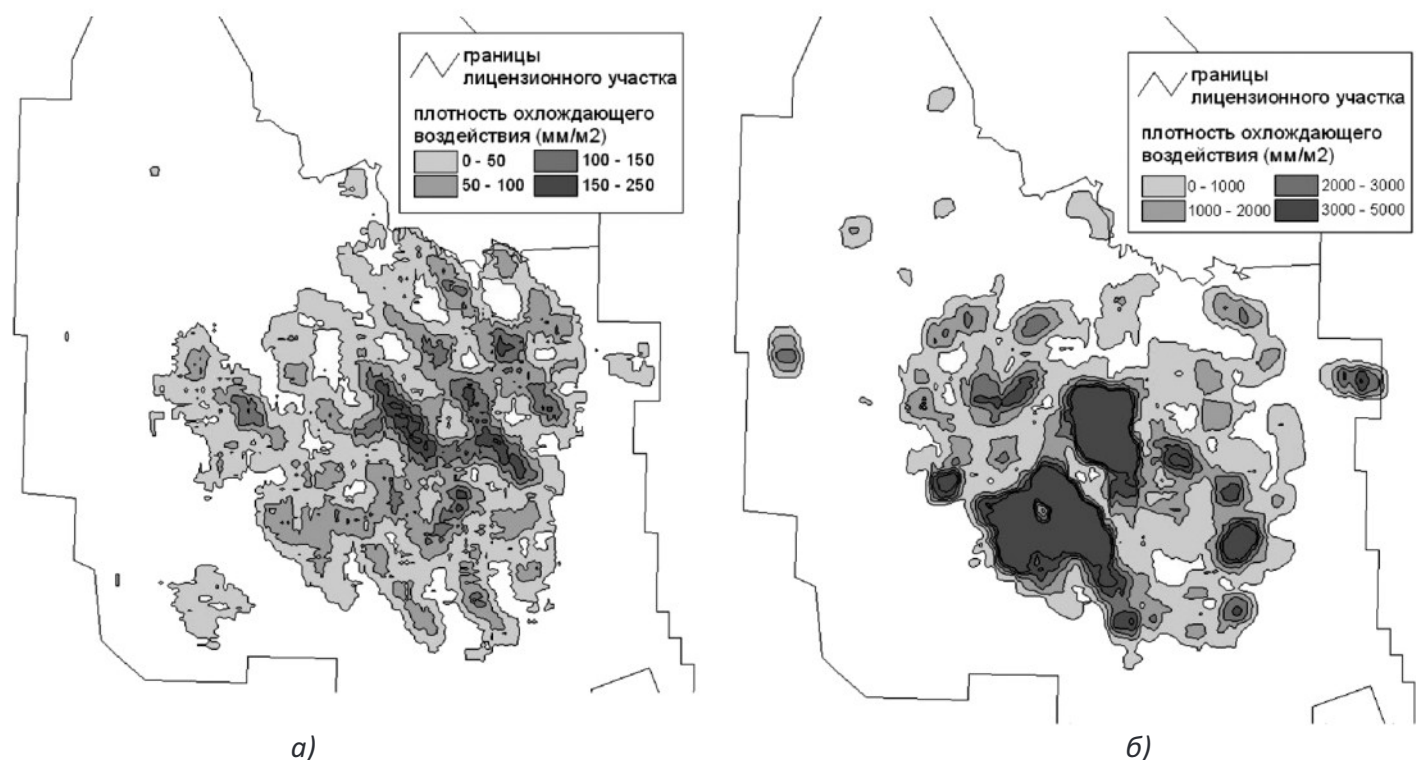


Рис. 8. Плотность охлаждающего воздействия за 40 лет эксплуатации (а – без учета, б – с учетом неоднородности фильтрационных свойств)

для изотропной модели коллекторов приведены на рис. 8а [5]. Учет наличия возможных зон и высокопроницаемых каналов фильтрации оказывает значимое влияние на результаты оценки охлаждающих воздействий систем поддержания пластового давления (рис. 8б). Неоднородность распределения температурных изменений существенно возрастает по сравнению с вариантом порового строения коллектора.

В настоящее время проблемы разработки месторождения связаны с падением добычи нефти, так как, несмотря на рост объемов закачки воды и текущей компенсации, пластовое давление продолжает падать или восстанавливается крайне низкими темпами. Это свидетельствует о том, что в проектные интервалы поступает только часть воды. Анализ разработки показывает, что зоны трещиноватости проявляют себя как каналы фильтрации, в значительной мере определяют формирование непроектируемых фильтрационных потоков. Причиной этого является специфика природной обстановки, проявляющаяся в литологической и тектонической неоднородности, а также блочное строение массива недр месторождения, которое необходимо учитывать при проектировании системы заводнения [5, 7].

С целью выявления природных геодинамических процессов, участвующих в форми-

ровании мульды оседания, выполнен анализ геолого-тектонических условий месторождения по всей мощности разреза от фундамента до дневной поверхности. Технология работ базировалась на методической основе комплексирования нескольких методов: структурно-тектонических построений, дешифрирования временных сейсмических разрезов, геодинамического районирования с целью выявления взаимосвязи разломных структур по данным сейсморазведки с линейamentным анализом по дистанционному зондированию [4, 6].

В процессе анализа геолого-тектонических материалов и сейсморазведки 3Д выделены тектонические нарушения на структурной карте по кровле продуктивного пласта АВ₁¹⁻². На карте современной геодинамической обстановки за период 2002–2016 гг. выявлено 5 зон геодинамического риска, где относительные вертикальные деформации достигают $1,5 \times 10^{-4}$. К этим зонам приурочены площади с максимальными значениями оседаний, по данным инструментальных геодезических измерений, и участки пересечения динамически напряженных зон, являющихся проекциями тектонических нарушений на земной поверхности [4, 6].

Таким образом, на техногенное влияние в формировании мульды оседания накладыва-

ется природный фактор регионального поля тектонических напряжений, поэтому можно сделать вывод о том, что причиной образования мульды оседания земной поверхности являются процессы природно-техногенного генезиса.

Выводы

Накопленный многолетний опыт наблюдений за динамикой современных деформационных процессов земной поверхности на Самотлорском геодинамическом полигоне, полученный инструментальными высокоточными геодезическими и гравиметрическими измерениями, позволяет сделать следующие выводы:

- за период наблюдений с 2002 по 2016 год выявлена тенденция оседания земной поверхности со скоростью до 20 мм/год при максимальном значении – 253 мм;
- при оценке техногенного воздействия выявлено два основных механизма, влияю-

щих на НДС продуктивных пластов. Первый – отбор пластовых флюидов, снижение пластовых давлений с последующей деформацией минерального скелета пород. Второй – охлаждающее воздействие закачиваемых вод с температурным сжатием пород;

– наибольшие площадные изменения сжатия пород происходят в центральной, купольной части месторождения, что согласуется с результатами высокоточной гравиметрии по определению плотностных характеристик сил тяжести, объемами закачки и отбора жидкости (нефти);

– специфика неоднородности литологического, геолого-тектонического и блочного строения массива недр месторождения в совокупности с техногенным процессом тепло-массопереноса создает условия для создания нарушенного флюидодинамического режима и является одним из геомеханических факторов, влияющих на НДС и современную геодинамику месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоров В. А., Кузьмин Ю. О. и др. Концепция «Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр России». М.: ИГиРГИ, 2000. – 56 с.
2. Кузьмин Ю. О., Жуков В. С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. – М.: изд. Моск. горного ун-та. 2004. – 262 с.
3. Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. М.: Недра, 2007. – 466 с.
4. Васильев Ю. В., Мартынов О. С., Яковлев С. И. Анализ результатов геодезических и гравиметрических измерений на Самотлорском геодинамическом полигоне // Маркшейдерский вестник. 2012. № 5. С. 36–42.
5. Васильев Ю. В., Галкина Н. Ю., Плавник А. Г. Оценка воздействия системы заводнения на изменение геотемпературного поля Самотлорского месторождения // Маркшейдерия и недропользование. 2013. № 6. С. 36–41.
6. Васильев Ю. В., Яковлев С. И., Филатов А. В., Погодин П. В. Результаты мониторинга деформационных процессов методами высокоточной геодезии, гравиметрии, радарной интерферометрии на Самотлорском геодинамическом полигоне // Маркшейдерский вестник №4. 2015. С. 38–44.
7. Васильев Ю. В., Галкина Н. Ю., Плавник А. Г. К вопросу о взаимосвязи современных деформационных процессов с разработкой нефтегазовых месторождений (на примере лицензионного

- участка ОАО ТНК-Нижневартовск) // Маркшейдерский вестник. 2012. № 6. С. 28–33.
8. Багаутдинов А. К., Барков С. Л., Белевич Г. К. и др. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России. М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – 352 с.
9. Авдонин Н. А. О некоторых формулах для расчета температурного поля пласта при тепловой инъекции. Изв.вузов, «Нефть и газ». 1965. № 11. С. 45–48.
10. Вахитов Г. Г., Гаттенбергер Ю. П., Лутков В. А. Геотермические методы контроля за разработкой нефтяных месторождений. М.: Недра. 1984. – 240 с.
11. Лутков В. А., Гаттенбергер Ю. П. Методика и результаты контроля за температурными изменениями разрабатываемых горизонтов месторождения Узень. «Геология нефти и газа». 1981. № 10. С. 58–62.
12. Малофеев Г. Е., Мирсаатов О. М., Чоловская И. Д. Нагнетание в пласт теплоносителей для интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований. 2008. – 224 с.
13. Шейнман А. Б., Малофеев Г. Е., Сергеев А. И. Воздействие на пласт теплом при добыче нефти. М.: Недра. 1969. – 256 с.
14. Lauwerier H. A. The transport of heat in an oil layer caused by the injection of hot fluid. // Applied Science Research. 1955. vol.5. p.145–150.

REFERENCES

1. Sidorov V. A., Kuzmin Yu. O. et al. The concept «Geodynamic safety of development of the hydrocarbon potential of the Russian subsoil». Moscow: IGI RGI, 2000. 56 p.
2. Kuzmin Yu. O., Zhukov V. S. Modern geodynamics and variations of physical properties of rocks. Moscow: ed. Moscow state university of mining. 2004. 262 p.
3. Kashnikov Yu. A., Ashikhmin S. G. Mechanics of rocks in the development of deposits of hydrocarbon deposits. Moscow: Nedra, 2007. 466 p.
4. Vasiliev Yu. V., Martynov O. S., Yakovlev S. I. Analysis of the results of geodetic and gravimetric measurements at the Samotlor geodynamic polygon // Mine surveying bulletin. 2012. No. 5. pp. 36–42.
5. Vasiliev Yu. V., Galkina N. Yu., Plavnik A. G. Evaluation of the influence of the water flooding system on the change in the geothermal field of the Samotlor oil field // Mine survey and subsurface use. 2013. No. 6. pp. 36–41.
6. Vasiliev Yu. V., Yakovlev S. I., Filatov A. V., Pogodin P. V. Results of the monitoring of deformation processes by methods of high-precision geodesy, gravimetry, radar interferometry at the Samotlor geodynamic range // Mine surveying bulletin. No. 4. 2015. pp. 38–44.
7. Vasiliev Yu. V., Galkina N. Yu., Plavnik A. G. To the question about correlation between modern deformation processes and the development of oil and gas fields (by the example of TNK-Nizhnevartovsk license section) // Mine surveying bulletin. 2012. No. 6. pp. 28–33.
8. Bagautdinov A. K., Barkov S. L., Belevich G. K. etc. Geology and development of the largest and unique oil and gas fields of Russia. Moscow: VNIIOENG, 1996. 352 p.
9. Avdonin N. A. On some formulas for calculating the temperature field of a formation during thermal injection. Izvestiya Vuzov, «Oil and Gas». 1965. No. 11. pp. 45–48.
10. Vakhitov G. G., Gattenberger Yu. P., Lutkov V. A. Geothermal methods of control over the development of oil fields. Moscow: Nedra. 1984. 240 p.
11. Lutkov V. A., Gattenberger Yu. P. Methodology and results of monitoring temperature changes of the producing horizons of the Uzen deposit // «Geology of oil and gas». 1981. No. 10. pp. 58–62.
12. Malofeev G. E., Mirsaetov O. M., Cholovskaya I. D. Pressure injection into the reservoir of fluids for enhanced recovery of oil and enhanced oil recovery. M.- Izhevsk: SRC «Regular and chaotic dynamics», Institute of Computer Research. 2008. 224 p.
13. Sheinman, A. B., Malofeev G. E., Sergeev A. I. Influence on a layer of heat during oil production. Moscow: Nedra. 1969. 256 p.
14. Lauwerier H. A. The transport of heat in an oil layer caused by the injection of hot fluid. // Applied Science Research. 1955. vol.5. pp.145–150.

Васильев Юрий Владимирович, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник,
тел. +7 (3452) 688791, сот. тел. +7 (904) 496-83-55;

Плавник Андрей Гарьевич, д-р техн. наук, заведующий лабораторией, тел. +7 (3452) 688790;

Радченко Александр Васильевич, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник,
тел. +7 (3452) 688790

(Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского
отделения Российской академии наук (ЗСФ ИНГГ СО РАН))

Уважаемые коллеги!

Научный и производственный журнал «Маркшейдерский вестник» в течение 25 лет является профессиональным изданием, оказывающим информационную поддержку деятельности маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий и специализированных организаций по всему комплексу маркшейдерского обеспечения разработки месторождений полезных ископаемых и горно-строительных работ.

С 2017 года журнал перешёл в ведение Союза маркшейдеров России, что открывает новые перспективы для его развития. Редакция журнала поставила задачу превращения журнала в достойную визитную карточку российской маркшейдерии в эффективного помощника горных предприятий.

В этих целях для членов Союза маркшейдеров России открыта льготная подписка на журнал на 2017 и 2018 гг. со скидкой более 50 % (4500 руб. за год или 750 руб. за номер).

При коллективной подписке на журнал группы из трёх и более специалистов, затраты каждого составят по 1500 руб. или менее в год, то есть не более 250 руб. за номер. Затраты скромные, но позволяют обеспечить журналом практически все маркшейдерские службы.

Среди подписчиков будет разыграна лотерея «МАРКЛОТО», с лихвой компенсирующая победителю произведённые затраты на подписку.

Спешите не упустить свой шанс выиграть главный приз призового фонда в размере 20 тыс. рублей!

Подписывайтесь на ведущий журнал маркшейдеров России. Мы будем рады каждому подписчику. Льготная подписка осуществляется через редакцию.

Получить более подробную информацию о порядке оформления льготной подписки и лотерее «МАРКЛОТО» можно на нашем сайте <http://www.mvest.su>, по E-mail: mark_vestnik@mail.ru или по тел. +7 (495) 261-51-51

Редакция «МВ»

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ КРИТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА КОМСОМОЛЬСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

В статье продемонстрирован пример эффективного применения метода дифференциальной интерферометрической обработки спутниковых радиолокационных данных для обнаружения локальных критических деформаций земной поверхности на территории Комсомольского месторождения. Максимальное оседание составило 87 см за 2 года (2014–2016 гг.). Полученные результаты указывают на необходимость использования технологии спутникового радиолокационного мониторинга отдельно от наземных геодезических измерений для заблаговременного обнаружения локальных деформаций. Для повышения эффективности практического применения радарной интерферометрии будет построена и опубликована карта смещений земной поверхности в зонах, где возможно возникновение опасных локальных деформаций вследствие природных и техногенных факторов: месторождения нефти и газа, открытые карьеры, подземные хранилища газа, Ямальская карстовая воронка.

Ключевые слова: спутниковые наблюдения; радиолокатор с синтезированной апертурой; радарная интерферометрия; локальные деформации; ALOS-2; Sentinel-1A/B; Комсомольское месторождение.

A.V. Filatov

DETECTION OF GROUND SURFACE LOCAL CRITICAL DEFORMATIONS ON KOMSOMOLSKOE FIELD BY A METHOD OF RADAR INTERFEROMETRY

The given paper demonstrates an effective example of satellite radar data differential interferometric processing application for detection of ground surface local critical deformations on Komsomolskoe field. The maximum subsidence is 87 cm per 2 years. The obtained results point on the necessity of use of satellite radar monitoring technology separately from ground geodetic measurements for local deformations preliminary detection. In order to increase the effectiveness of radar interferometry practical use, the ground surface displacements map in areas where dangerous local deformations are possible due to natural and technogenic factors will be made and published. These areas are oil and gas fields, open-pit mines, underground gas storages, Yamal craters.

Keywords: satellite observations; synthetic aperture radar; radar interferometry; local deformations; ALOS-2; Sentinel-1A/B; Komsomolskoe field.

Введение

Развитие технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) является одним из важнейших направлений применения космической техники для социально-экономических и научных целей. В мире уже успешно эксплуатируются десятки космических аппаратов ДЗЗ. В различных стадиях разработки находятся

от 200 до 300 новых проектов по реализации перспективных возможностей наблюдения и съемки Земли из космоса. Наблюдается быстрый прогресс в области повышения технического уровня космических аппаратов и сокращения затрат на их создание и эксплуатацию. Стремительное развитие получают радиолокационные спутники.

Преимуществом радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА) является способность получать изображение земной поверхности независимо от условий освещенности и облачности, что особенно актуально для большей части территории России. Радиолокационные измерения являются уникальной информацией об отражающей способности земной поверхности. Метод спутниковой радиолокационной интерферометрии использует эффект интерференции электромагнитных волн и основан на математической обработке нескольких когерентных амплитудно-фазовых измерений одного и того же участка земной поверхности со сдвигом в пространстве приемной антенны РСА.

Разработка действующих месторождений полезных ископаемых, строительство и эксплуатация объектов энергетического комплекса, крупных промышленных предприятий, горных отвалов требует постоянного геодинамического мониторинга за состоянием земной поверхности и техногенных объектов для своевременного предупреждения о возможных авариях и возникающих в результате ЧС. Мониторинг горных и оползневых природных зон позволяет своевременно предупреждать о возможных ЧС природного характера, что позволяет существенно сократить негативные последствия от происшествия. В то же время наземный мониторинг с использованием станций геодинамического контроля не может быть реализован в полном объеме в связи с обширностью контролируемых территорий и, как следствие, высокой стоимостью создания полноценной системы контроля и предупреждения. В связи с этим задача поиска новых методов мониторинга деформационных процессов остается актуальной.

Описание метода дифференциальной радарной интерферометрии

Интерферометрическая обработка обеспечивает высокую точность определения высот и смещений за счет использования фазовой компоненты радиолокационных сигналов. Алгоритм расчета предусматривает формирование интерферометрических пар кадров с целью минимизации геометрической и временной декорреляции, выбор на

амплитудных изображениях пикселей, соответствующих постоянным отражателям, расчет атмосферно фазового сдвига, скорости смещений и высот.

Путем поэлементного перемножения двух комплексных радиолокационных изображений получается интерферограмма, состоящая из множества полос равной разности фаз:

$$I = S_1 \cdot S_2^* = A_1 e^{j\varphi_1} \cdot A_2 e^{-j\varphi_2} = A_1 A_2 \cdot e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)} = A_1 A_2 \cdot e^{j\Phi}, \quad (1)$$

где I – комплексная интерферограмма; S_1 – комплексный сигнал; принятый при первом пролете; S_2^* – комплексно-сопряженный сигналу, принятому при повторной съемке; A_1, A_2 – амплитуды сигналов; φ_1, φ_2 – фазы сигналов; Φ – результирующая (интерферометрическая) фаза.

Исходя из геометрии интерферометрической съемки, разность разновременных радиолокационных сигналов зависит от высоты отражающей поверхности и смещения, произошедшего за время между съемками в соответствии со следующей формулой:

$$\Phi = \frac{4\pi}{\lambda} B \sin(\theta_p^0 - \alpha) - \frac{4\pi}{\lambda} \frac{B_{\perp,p}^0}{R_{1,p} \sin \theta_p^0} H_p - \frac{4\pi}{\lambda} D_p, \quad (2)$$

где λ – длина волны зондирующего излучения; B – расстояние между антенной радиолокатора при разновременной съемке (пространственная база); θ_p^0 – угол обзора земной поверхности; рассчитанный для опорной поверхности; α – угол наклона базовой линии; $B_{\perp,p}^0$ – перпендикулярная составляющая базовой линии; рассчитанная для опорной поверхности; $R_{1,p}$ – расстояние между антенной при первом пролете и точкой на опорной поверхности; H_p – высота отражающей поверхности над опорной; D_p – смещение отражающей поверхности за время между съемками [1].

Вследствие некоррелируемого шума, возникающего в результате множественных переотражений от поверхности, интерферометрическая фаза является случайной величиной, распределенной по закону Гаусса. Математическое ожидание интерферометрической фазы представлено формулой (2). Дисперсия зависит от величины когерентности разно-

временных радиолокационных сигналов, которая принимает значения в интервале от 0 до 1 и является параметром качества результатов интерферометрической обработки. Основными факторами, влияющими на когерентность, являются пространственная и временная декорреляция. На основе формулы (2) и значения дисперсии интерферометрической фазы рассчитываются погрешности определения высот и смещений земной поверхности в соответствии со следующими формулами:

$$\sigma_z = \sigma_\varphi \frac{R\lambda \sin \theta}{4\pi B_\perp}, \quad (3)$$

$$\sigma_D = \sigma_\varphi \frac{\lambda}{4\pi}, \quad (4)$$

где σ_z – погрешность определения высоты; σ_D – погрешность определения смещений; σ_φ – дисперсия интерферометрической фазы; R – расстояние от антенны до точки на земной поверхности.

Как видно из формул (3) и (4) интерферометрическая фаза более чувствительна к смещениям, чем к перепадам высот рельефа. При этом для построения цифровых моделей рельефа подбирают интерферометрические пары кадров с большей перпендикулярной пространственной базой, но не превосходящей критического значения. Для расчета смещений дифференциальную пару кадров подбирают по возможности с меньшей перпендикулярной пространственной базой, чтобы минимизировать влияние рельефа.

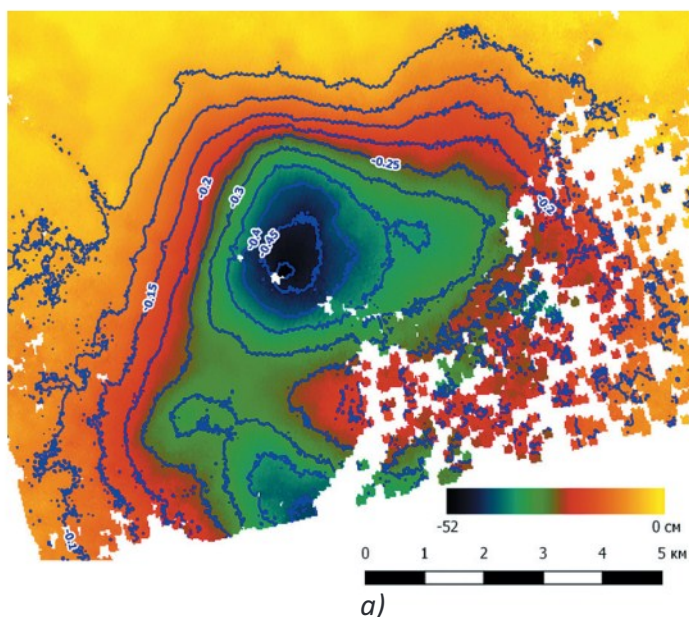
Для обработки данных использован метод дифференциальной интерферометрии, реализованный в коммерческом продукте SARscape, а также программном обеспечении FInSAR, разрабатываемом автором статьи.

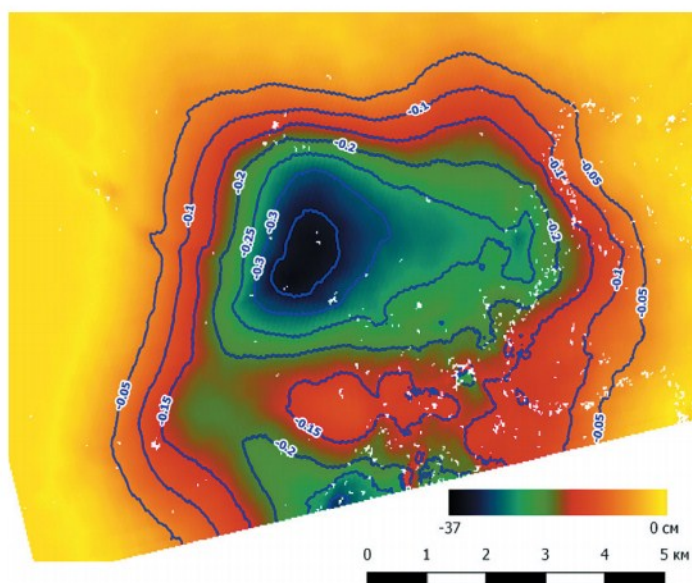
Результаты дифференциальной интерферометрической обработки данных радиолокационной съемки ALOS-2

В обработке использованы 3 радарных кадра ALOS-2/PALSAR-2 на территорию Комсомольского нефтегазоконденсатного месторождения со следующими характеристиками: даты съемки 29.09.2014, 28.09.2015, 26.09.2016; длина волны 23 см (L-диапазон); пространственное разрешение 5 м. Дополнительно для подтверждения результатов выполнена обработка 2 кадров Sentinel-1A, полученных с использованием нового прогрессивного режима съемки TOPSAR, со следующими параметрами: даты съемки 06.07.2016, 16.09.2016; длина волны 5.6 см (C-диапазон); пространственное разрешение 20 м.

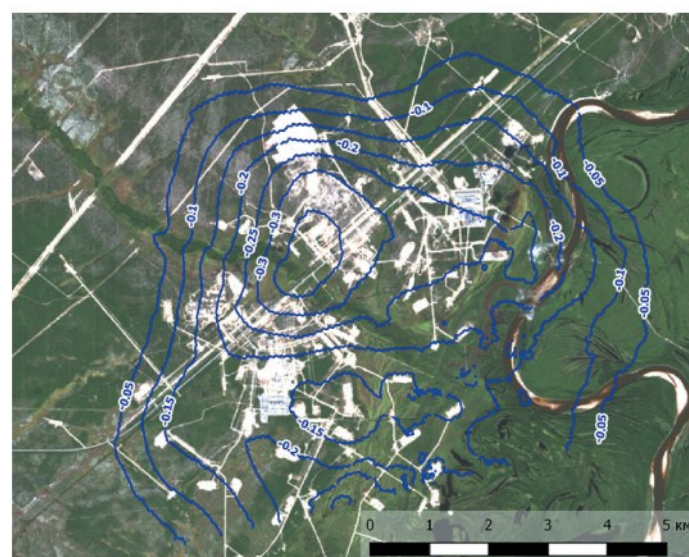
В результате обработки спутниковых радарных данных построены 4 карты вертикальных деформаций земной поверхности Комсомольского месторождения:

- за период 1 год на основе интерферометрической пары ALOS-2: даты съемки 29.09.2014, 28.09.2015; перпендикулярная базовая линия $B_\perp = 179$ (рис. 1), максимальная просадка 52 см, средняя точность расчета смещений 8 см;



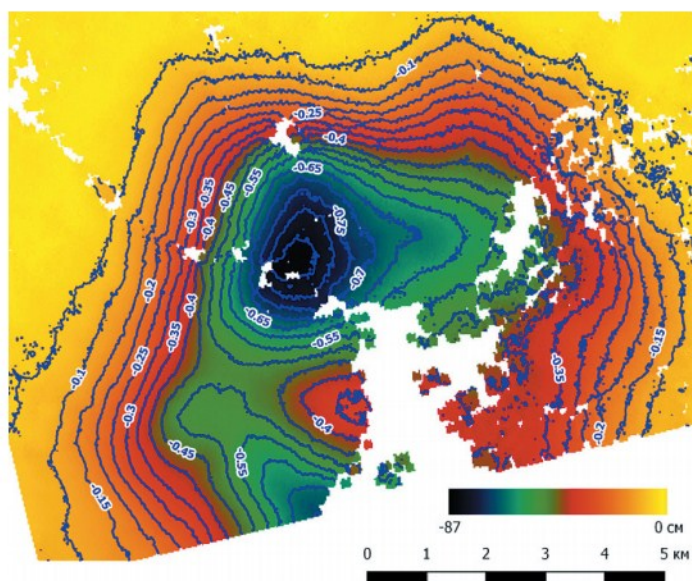


a)

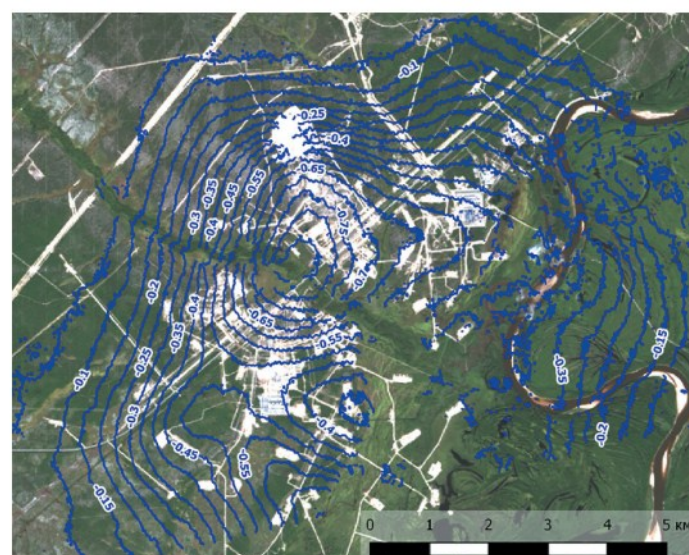


6)

Рис. 2. Вертикальные смещения земной поверхности на территории Комсомольского месторождения за период 1 год (ALOS-2, сентябрь 2015 – сентябрь 2016)

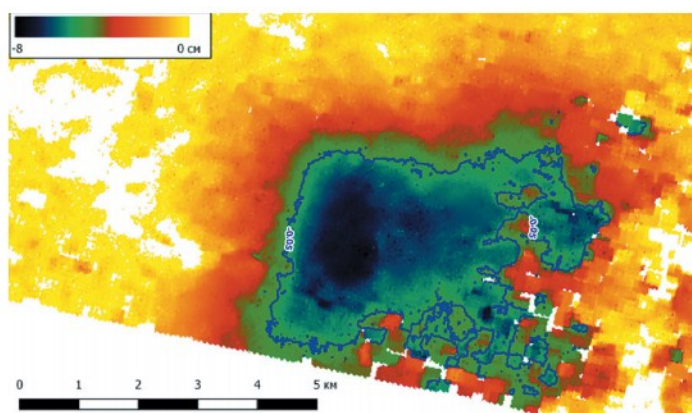


a)

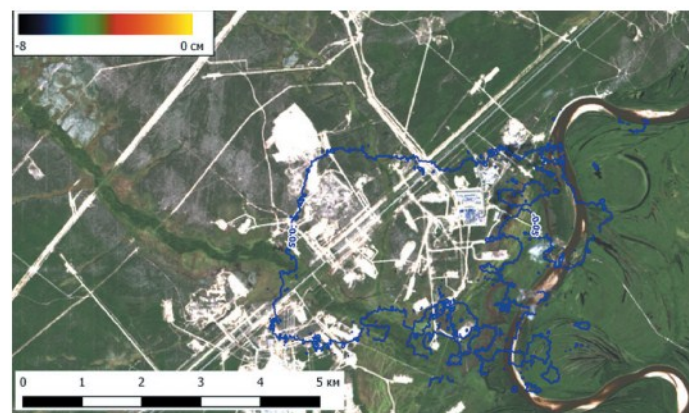


6)

Рис. 3. Вертикальные смещения земной поверхности на территории Комсомольского месторождения за период 1 год (ALOS-2, сентябрь 2014 – сентябрь 2016)



a)



6)

Рис. 4. Вертикальные смещения земной поверхности на территории Комсомольского месторождения за период 2 месяца (Sentinel-1A, июль – сентябрь 2016)

– за период 1 год на основе пары ALOS-2: даты съемки 28.09.2015, 26.09.2016; $B_{\perp} = 97$ (рис. 2), максимальная просадка 37 см, средняя точность расчета смещений 3 см;

– за период 2 года на основе пары ALOS-2: даты съемки 29.09.2014, 26.09.2016; $B_{\perp} = 82$ (рис. 3), максимальная просадка 87 см, средняя точность расчета смещений 7 см;

– за период 2 месяца на основе пары Sentinel-1A: даты съемки 06.07.2016, 16.09.2016; $B_{\perp} = 33$ (рис. 4), максимальная просадка 6 см, средняя точность расчета смещений 1 см.

Область максимальной просадки совпадает на всех картах смещений. Последовательные наблюдения за просадками земной поверхности на территории Комсомольского месторождения показывают затухающий характер оседаний. По оптическому снимку Landsat-8 (дата съемки: 22.08.2016) с нанесенными изолиниями вертикальных деформаций (рис. 1б, 2б, 3б, 4б) видно, что мульда оседания образовалась на площади 78 км² в месте расположения объектов добывающей инфраструктуры. Дальнейший мониторинг месторождения на основе данных Sentinel-1B (сентябрь 2016 – июнь 2017) показывает, что оседание земной поверхности сохраняется.

Обсуждение результатов

В работе продемонстрировано и подтверждено успешное применение метода двухпроходной дифференциальной интерферометрии на основе радиолокационных данных среднего пространственного разрешения ALOS-2 и Sentinel-1A для обнаружения локальных деформаций земной поверхности в зоне разработки нефтегазового месторождения.

В настоящее время в работах по мониторингу деформаций земной поверхности и смещений техногенных объектов наряду с наземными геодезическими измерениями применяются методы интерферометрической обработки радиолокационных данных. Внутренний стандарт СТО Газпром 2-3.1-439-2010 [2] предписывает проведение космического мониторинга для минимизации воздействия опасных природных и техногенных процессов при освоении месторождений углеводородов и эксплуатации подземных хранилищ

газа. Однако в таких работах радиолокационная интерферометрия используется как дополнительная информация для подтверждения результатов наземных измерений на пунктах геодинимических полигонов. В связи с этим итоги такого «симбиоза» не всегда успешны вследствие нескольких причин: неверный подбор исходных радиолокационных данных, некорректная обработка, неоднозначность трактовки результирующих карт смещений, отсутствие нормативной базы. Несмотря на развитие технологии обработки радиолокационных измерений, точность результатов ниже, чем у методов классической маркшейдерии, таких как, например, нивелировка на пунктах геодинимического полигона. Отсутствие нормативной базы не позволяет использовать результаты интерферометрии для принятия решений, делая такой эффективный метод малополезным. Как следствие, в Российских научных журналах появляются публикации с критикой спутникового радиолокационного мониторинга деформаций земной поверхности [3].

В противовес сложившейся ситуации необходимо более эффективно использовать преимущества спутникового радиолокационного мониторинга перед наземными геодезическими измерениями, такие как:

- плотность точек измерения смещений на основе радиолокационных данных может достигать 200 на квадратный километр;
- частота проведения спутниковых наблюдений до 5 раз в месяц для Sentinel-1A/B и 15 раз в месяц для Cosmo-SkyMed-1-4;
- отсутствие необходимости в полевых работах.

Десятилетний опыт автора в области обработки радарных данных подтверждает эффективность применения интерферометрических методов для обнаружения локальных деформаций. Такие деформации могут быть не обнаружены или неверно картированы при применении наземных методов измерений вследствие недостаточной плотности реперов геодинимического полигона [4]. При этом амплитуды локальных деформаций могут достигать значительных величин, как, например, на территории расположения добывающей инфраструктуры Комсомольского

месторождения. Также имеют место локальные смещения промышленных и гражданских объектов: городская застройка, дороги, мосты, путепроводы и т. д. [5].

Таким образом, эффективным способом применения спутниковых радиолокационных данных является обработка архивных и оперативно принимаемых спутниковых радиолокационных данных с целью заблаговременного обнаружения и картирования опасных локальных деформаций земной поверхности и смещений техногенных объектов. Для решения данной задачи на основе 170 радиолокационных снимков PCA ALOS-2 (2014–2017 гг.) будут построены карты смещений земной поверхности на районы, где возможно возникновение опасных локальных деформаций вследствие природных и техногенных факторов: месторождения неф-

ти и газа, открытые карьеры, подземные хранилища газа, Ямальская карстовая воронка. При подборе данных учитывались факторы, влияющие на информативность результирующих карт смещений, такие как сезон съемки и длина базовой линии. Анализ карт смещений позволит картировать современные локальные деформации и дальнейший мониторинг проводить применительно к данным территориям. Публикация и распространение результатов послужит материалом для исследователей из смежных областей науки и найдет практическое применение среди недропользователей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-37-00224 (мол-а). Данные ALOS-2 предоставлены в рамках гранта Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA) № 1070.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C. InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. 2007. ESA Publications. Noordwijk. 234 p.
2. СТО Газпром 2-3.1-439-2010. Методика проведения космического мониторинга состояния территорий горных отводов для обеспечения промышленной безопасности при добыче и хранении нефти и газа. М.: Газпром, 2010.
3. Кузьмин Ю. О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике // Физика Земли. 2014. № 5. С. 51–64.

REFERENCES

1. Ferretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C. InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. 2007. ESA Publications. Noordwijk. 234 p.
2. STO Gazprom 2-3.1-439-2010. Methodology for conducting space monitoring of the status of mining areas to ensure industrial safety during the extraction and storage of oil and gas. Moscow: Gazprom, 2010.
3. Kuzmin Yu. O. Actual problems of identifying the results of observations in modern geodynamics // Physics of the solid earth. 2014. № 5. pp. 51-64.

4. Васильев Ю. В., Филатов А. В. Выявление зон локальных деформаций методом радарной интерферометрии по результатам мониторинга на Самотлорском геодинамическом полигоне // Маркшейдерский вестник. 2016. № 3. С. 38–46.
5. Филатов А. В., Ерохин Г. Н., Евтюшкин А. В. Высокая оценка смещений зданий и сооружений методами радарной интерферометрии // Фундаментальные и прикладные исследования коррозии и старения материалов в климатических условиях: проблемы и перспективы. Сборник докладов II Всероссийской научно-технической конференции. ФГУП ВИАМ. 2015. С. 10.

4. Vasiliev Yu. V., Filatov A. V. Detection of zones of local deformations by the method of radar interferometry based on the results of monitoring at the Samotlor geodynamic polygon // Mine surveying bulletin. 2016. No. 3. pp. 38-46.
5. Filatov A. V., Erokhin G. N., Evtyushkin A. V. High-precision estimation of displacement of buildings and structures by radar interferometry methods // Fundamental and applied researches of corrosion and aging of materials in climatic conditions: problems and prospects. Collection of reports II all-Russia scientific and technical conference. VIAM. 2015. p.10.

Филатов Антон Валентинович, канд. физ.-мат. наук, Научно-исследовательский институт прикладной информатики и математической геофизики Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, тел.: +7 (4012) 595595 доб. 9450, E-mail: anfilatov@kantiana.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Изложен подход по определению зоны влияния строительства тоннелей метрополитена в горно-геологических условиях г. Улан-Батора. Используя данные геологического опробования по скважинам, включающие определение физико-механических свойств пород четвертичных отложений, и результаты численного моделирования, получены зависимости граничных углов от физико-механических показателей пород, наиболее влияющих на величину этого углового параметра. Полученные граничные углы в виде функциональных зависимостей от физико-механических показателей позволяют прогнозировать границу мульды сдвижения от проходки тоннелей в рассматриваемых условиях городской застройки.

Ключевые слова: граничный угол; физико-механические свойства пород; граница мульды сдвижения.

V. N. Gusev, E. B. Lonzhid

FORECASTING THE POSITION OF THE BOUNDARIES OF THE ZONE OF INFLUENCE OF TUNNEL CONSTRUCTION IN URBAN DEVELOPMENT CONDITIONS

Approach by definition of a zone of influence of construction of tunnels of the subway in geological conditions of Ulaanbaatar is stated. Using the data of geological approbation on wells including definition of physical and mechanical properties of breeds of the Quaternary Period of their formation and results of mathematical modeling functional dependences of boundary corners on physical and mechanical properties of breeds most of which influence the size of this angular parameter are received. The received boundary corners in the form of functional dependences on physical and mechanical indicators allow to predict displacement trough border from construction of tunnels in the conditions of urban development.

Keywords: boundary corner; physical and mechanical properties of breeds; displacement trough border.

Проходка горным способом транспортных тоннелей метрополитенов, как правило, производится под плотной городской застройкой, которая, в свою очередь, может включать здания исторической части городов. Сдвигения и деформации горных пород от проходки тоннелей могут вызвать необратимые повреждения в зданиях и сооружениях, попавших в зону влияния строительства тоннелей. Границу зоны влияния можно определить по граничным углам [1, 2]. Если они не известны, то их можно определить на основе численного моделирования геомеханических процессов сдвижения горных пород по данным геологической изученности массива, в

котором проходит трасса тоннелей, и данным о физико-механических свойствах пород, его слагающих [3].

В настоящее время составлен проект строительства линии метро в г. Улан-Батор. Трасса первой линии метро, согласно проекту, проходит через весь город с запада на восток и совпадает с автодорогой, проходящей в том же направлении. Протяженность планируемой линии метро – 17 км. Трасса разделена на 3 участка (рис. 1): в середине трассы метро запланировано строительство двух параллельных тоннелей протяженностью 5 км (подземная часть трассы); к подземной части с двух сторон (с западной и восточной)



Рис. 1. Схема трассы метро

примыкает наземная часть трассы, на которой железнодорожный путь и станции подняты на опоры. Длина западной (восточной) части трассы метро составляет 6 км.

Железнодорожное полотно наземной части первой линии метро проходит по эстакаде, опирающейся на колонны высотой 14,5 м, соответственно на этой же высоте обустраиваются станции (рис. 2). Подземная часть метро состоит из двух тоннелей для движения составов во встречных направлениях и подземных станций (рис. 3). Глубина заложения тоннелей составляет 15 м, диаметр тоннеля – 7 м.

По данным разведочного бурения геологическое строение толщи, в которой будет проходить трасса транспортных тоннелей, представлена коренными породами и четвертичными рыхлыми отложениями. Почти 60 % трассы тоннелей будет проходить в четвертичных отложениях.

К коренным породам отнесены нижний каменноугольный массив (C_{1-2}) и неогеновые озеро-пролювиальные отложения (N_2) (рис. 4, 5). Четвертичные отложения на рассматриваемом участке представлены эллюво-делювиальными (edQ_{1-2}), аллюво-пролювиальными (apQ_{1-2}), аллювиальными (aQ_2), деллюво-пролювиальными (dpQ_2) отложениями. Кроме того, по трассе тоннеля встречаются пролювиальные (pQ_2), эоловые (ветровые) (vQ_2) отложения. В процессе геологических изысканий для указанных пород, составляющих указанные отложения, были определены их физико-механические свойства: объемный вес ($\gamma_{об}$, г/см³), сила сцепления (C , кПа), угол внутреннего трения (ϕ , град.), модуль деформаций (E , МПа).

Так как в рассматриваемых условиях не проводились исследования процессов сдвижений горных пород, то, соответственно, неизвестными являются угловые параме-

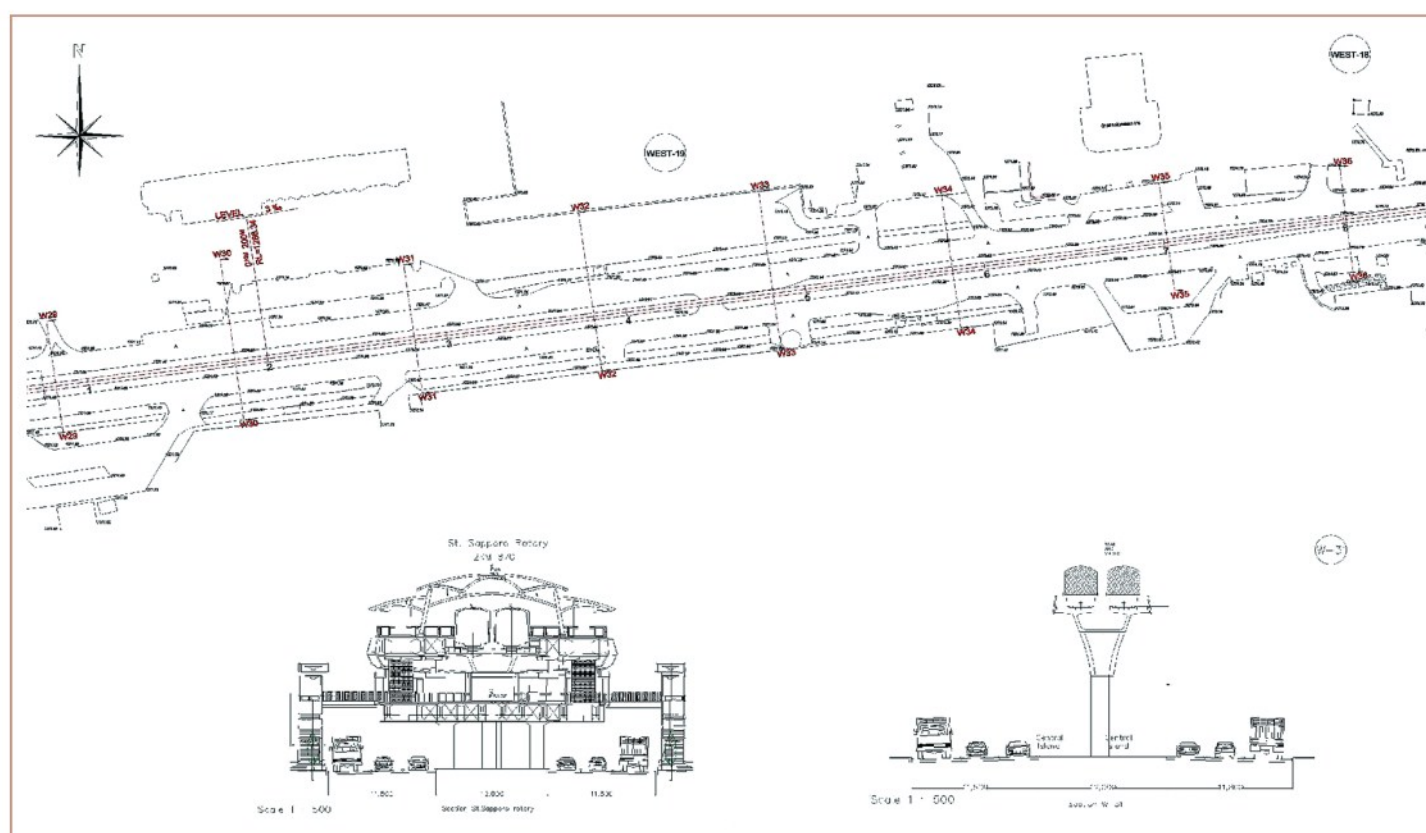


Рис. 2. Участок наземной части линии метро

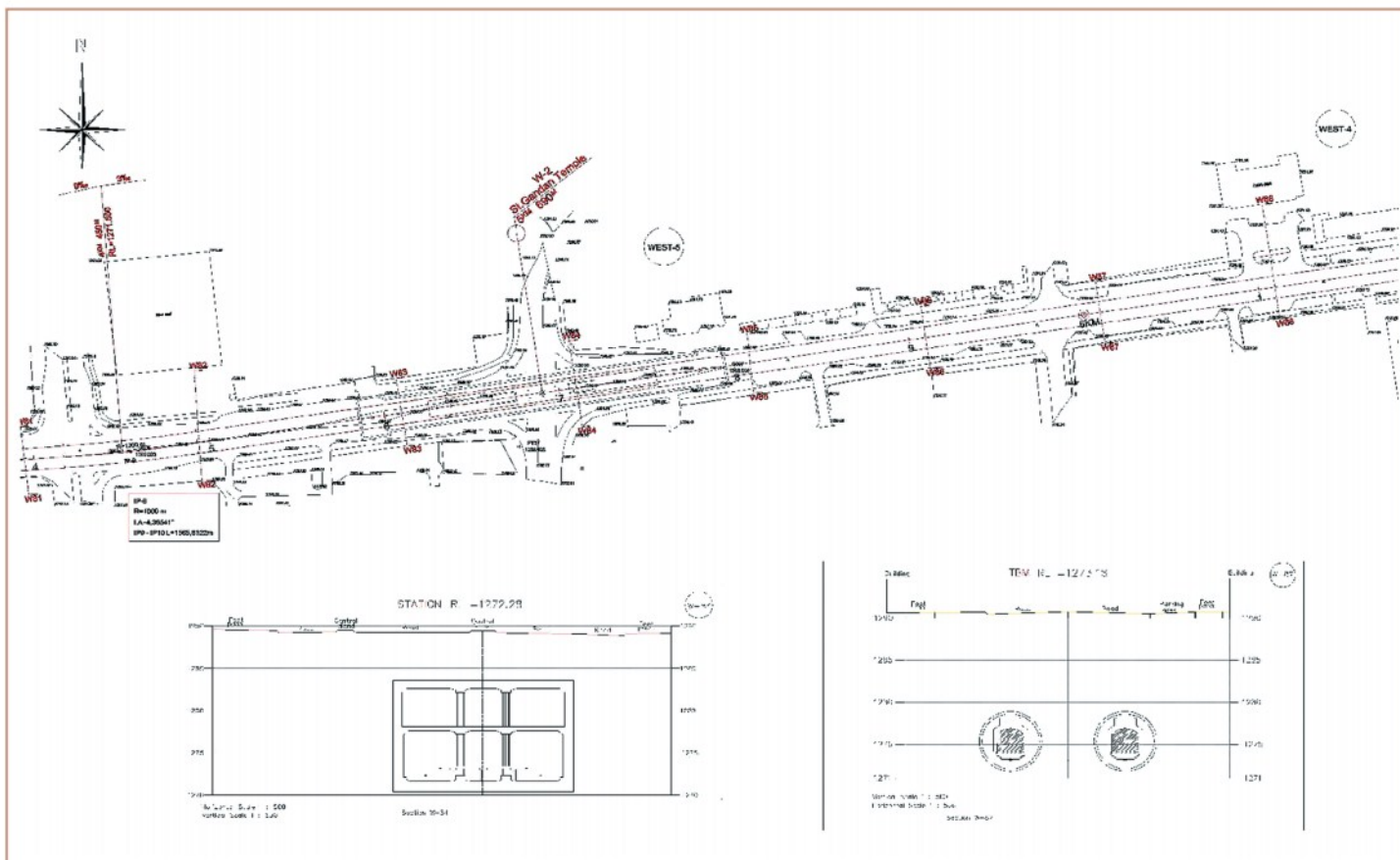


Рис. 3. Участок подземной части линии метро

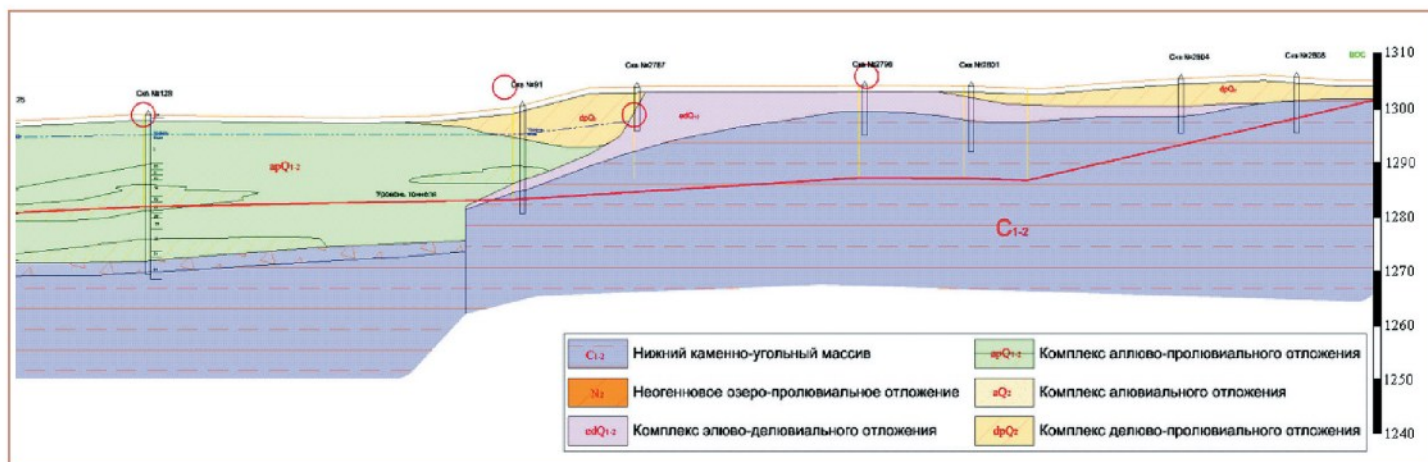


Рис. 4. Геологическое строение одного из участков подземной части, на котором тоннель проходит в коренных породах (C_{1-2}) и четвертичных отложениях

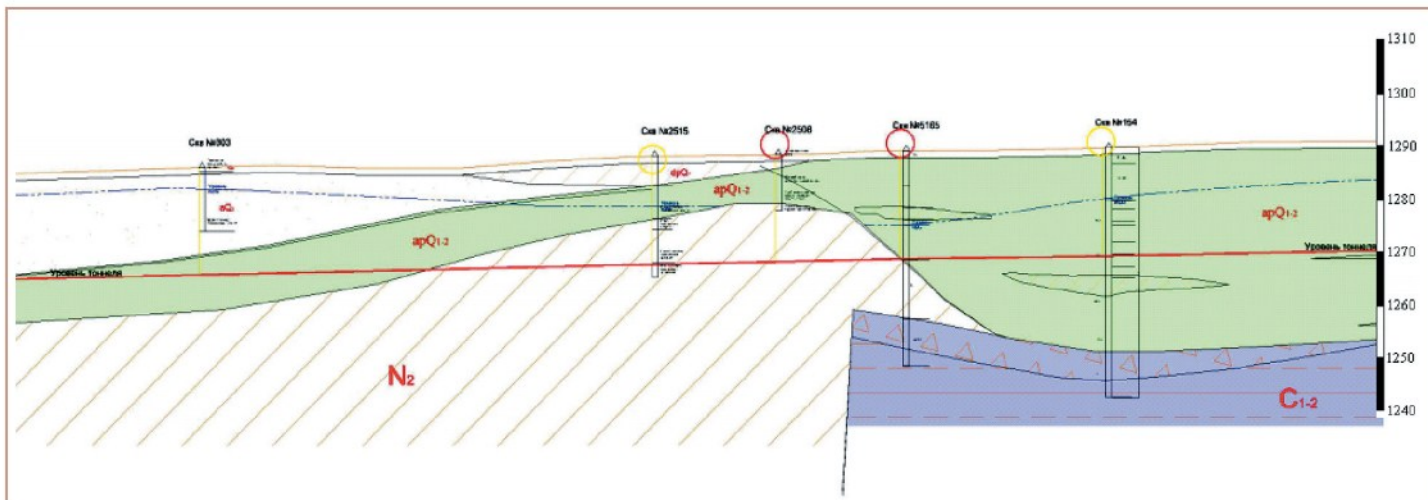


Рис. 5. Геологическое строение одного из участков подземной части, на котором тоннель проходит в четвертичных отложениях и пересекает коренные породы (N_2)

тры этого процесса, к которым относятся граничные углы. С целью определения угловых параметров процесса сдвижения было проведено моделирование геомеханических процессов вследствие проходки тоннелей в различных породах четвертичных отложений. Моделирование выполнено в специализированной трехмерной компьютерной программе Plaxis 3D, основанной на методе конечных элементов.

Для каждого типа пород создавалась численная модель, при этом физико-механические свойства моделируемого типа породы брались из данных геологических изысканий. По получаемой на модели мульдe сдвижения для отдельно взятой породы определялись граничные углы. Из геологических изысканий по 27 типам пород ($N = 27$), составляющих четвертичные отложения, имелись данные об их физико-механических свойствах, соответственно для каждого типа пород были созданы модели, по которым определялись граничные углы.

По полученным данным численного моделирования, на основе корреляционного анализа было рассмотрено влияние каждого физико-механического показателя на величину граничного угла. Влияние оценивалось через вывод корреляционной зависимости и по коэффициенту корреляции. Для анализа были выведены следующие зависимости граничного угла (φ_0) от физико-механических свойств пород четвертичных отложений:

- $\varphi_0 = f(E)$, где E – модуль деформации;
- $\varphi_0 = f(C)$, где C – сцепление;
- $\varphi_0 = f(\varphi)$, где φ – угол внутреннего трения;
- $\varphi_0 = f(\gamma_{об})$, где $\gamma_{об}$ – объемный вес.

Для аппроксимации этих зависимостей использовались различные типы функций. Как видно из табл. 1, наиболее существенное влияние на величину граничного угла оказывает модуль деформаций (E), теснота связи в случае полиномиальной аппроксимирующей функции составила $R = 0.872$ (рис. 6).

Для решения вопроса, в какой степени на величину граничного угла оказывают влияние оставшиеся другие физико-механические показатели (табл. 1), был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Сначала оценивалось совместное влияние модуля деформаций в паре с остальными механическими показателями на величину граничного угла. Оценка воз-

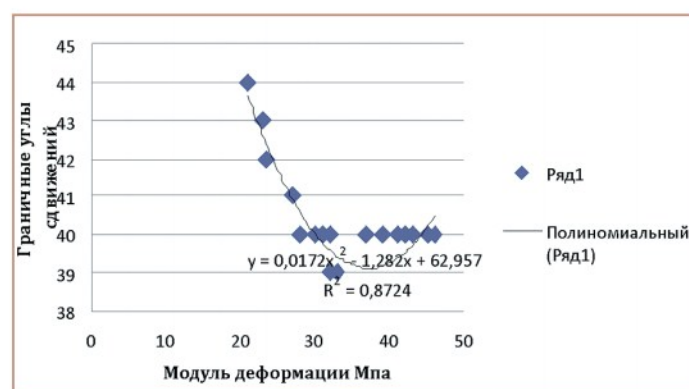


Рис. 6. Зависимость граничного угла (φ_0) от модуля деформации (E)

Таблица 1

Теснота связи граничного угла (φ_0) с физико-механическими показателями пород четвертичных отложений

Тип аппроксимирующей функции	Коэффициент корреляции (R)			
	Модуль деформации, E (МПа)	Сцепление, C (кПа)	Угол внутреннего трения, φ_0 (град.)	Объемный вес, $\gamma_{об}$ (г/см ³)
Линейная	0,318	0,019	0,052	0,031
Экспоненциальная	0,312	0,020	0,049	0,0329
Полиномиальная	0,872	0,023	0,055	0,049
Логарифмическая	0,422	0,004	0,054	0,032

действия или степени влияния факторов (физико-механических показателей) на исследуемый показатель (граничный угол φ_0) была сделана на основе определения коэффициентов детерминации (k_d) отдельно для рассматриваемых факторов влияния, поскольку эти коэффициенты являются квадратом корреляционного отношения, выраженного в процентах [4]:

- при оценке совместного влияния модуля деформации E (фактор А) и сцепления C (фактор В) на граничный угол φ_0 коэффициенты детерминации по факторам А и В соответственно составили: $k_{dA} = 57 \%$, $k_{dB} = 22 \%$ при $N = 27$;

- при оценке совместного влияния модуля деформации E (фактор А) и угла внутреннего трения φ (фактор В) на граничный угол φ_0 коэффициенты детерминации по факторам А и В соответственно составили: $k_{dA} = 58 \%$, $k_{dB} = 5 \%$ при $N = 27$;

- при оценке совместного влияния модуля деформации E (фактор А) и объемного веса $\gamma_{об}$ (фактор В) на граничный угол φ_0 коэффициенты детерминации по факторам А и В соответственно составили: $k_{dA} = 57 \%$, $k_{dB} = 4 \%$ при $N = 27$.

Двухфакторный анализ подтвердил выводы корреляционного анализа о том, что главным влияющим физико-механическим показателем на величину граничного угла φ_0 является модуль деформаций E (табл. 1 и $k_{dA} = 57 \%$ для E), вторым по значимости влияния является сцепление C ($k_{dB} = 22 \%$ для C). Остальные рассмотренные показатели (угол внутреннего трения и объемный вес) практически не оказывают влияния на величину граничного угла, о чем свидетельствуют полученные коэффициенты детерминации ($k_{dB} = 4 \%$ – 5%). Для подтверждения этого факта дополнительно был проведен двухфакторный дисперсионный анализ для определения совместного влияния на граничный угол сцепления в паре с оставшимися показателями – углом внутреннего трения и объемным весом:

- при оценке совместного влияния на граничный угол φ_0 сцепления C (фактор А)

и угла внутреннего трения φ (фактор В) были получены следующие коэффициенты детерминации: $k_{dA} = 23 \%$, $k_{dB} = 7 \%$;

- при оценке совместного влияния на граничный угол φ_0 сцепления C (фактор А) и объемного веса $\gamma_{об}$ (фактор В) были получены следующие коэффициенты детерминации: $k_{dA} = 23 \%$, $k_{dB} = 4 \%$.

На основании проведенного анализа на предмет выявления наиболее влияющих факторов на величину граничного угла получены следующие аналитические выражения, отражающие взаимосвязь между этими факторами и граничным углом:

$$\varphi_0 = 0.02E^2 - 1.28E + 62.96; \quad (1)$$

$$\varphi_0 = 46.02 - 0.13E - 0.04C, \quad (2)$$

где φ_0 – граничный угол, град.; E – модуль деформаций, МПа; C – сцепление, кПа.

Средняя квадратическая ошибка (СКО) при использовании для прогноза уравнения (1) составила $m_1 = 0.48^\circ$, а при использовании уравнения (2) – $m_2 = 0.93^\circ$. Линейная СКО при известной угловой СКО зависит от величины граничного угла и глубины заложения тоннеля. При среднем граничном угле $\varphi_0 = 40.3^\circ$, полученном из численного моделирования, и глубине тоннеля согласно проекту $H_1 = 15$ м линейная СКО определения положения границы мульды сдвижения при использовании формулы (1) составит $\Delta_1 = 0,30$ м, а при использовании формулы (2) – $\Delta_2 = 0,57$ м. При глубине заложения тоннеля $H_2 = 50$ м (мощность четвертичных отложений в рассматриваемых условиях достигает 40 – 50 м) линейная СКО определения положения границы мульды сдвижения составит при использовании формулой (1) $\Delta_{01} = 0,99$ м, при использовании формулой (2) – $\Delta_{02} = 1,91$ м. Отсюда следует, что для прогноза положения границы мульды сдвижения в рассматриваемых условиях следует пользоваться уравнением (1). До глубины 15–17 м можно рекомендовать наряду с уравнением (1) использовать для прогноза границы зоны влияния строительства тоннелей уравнение (2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по проектированию мероприятий для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от влияния горнопроходческих работ при строительстве метрополитена в Ленинграде. – Л.: ВНИИГалургии, 1973. – 72 с.
2. Волохов Е. М., Гусев В. Н., Лир Ю. В. К вопросу выбора граничного критерия для мульды сдвижения горных пород в массиве над сооружаемым тоннелем / Современные проблемы горной науки // Записки горного института. Т. 172, СПб, 2007. С. 167–171.
3. Бак Н. С., Гусев В. Н. Определение границ мульды сдвижения при проходке тоннелей в четвертич-

ных отложениях г. Хошимин / Маркшейдерско-геодезическое обеспечение рационального использования, охраны недр и строительства сооружений: межвуз. сб. науч. тр. // Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. С. 83–88.

4. Гусев В. Н., Шеремет А. Н. Математическая обработка маркшейдерской информации статистическими методами. / Учеб. пособие. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2005. – 98 с.

REFERENCES

1. A manual on the design of measures for the protection of exploited buildings and structures from the effects of mining operations during the construction of a subway in Leningrad. Leningrad: VNIIGalurgii, 1973. – 72 p.
2. Volokhov E. M., Gusev V. N., Lir Yu. V. To the question of the choice of the boundary criterion for the trough of rocks in the mass above the constructed tunnel / Modern problems of mining science // Notes of the Mining institute. T. 172, St. Petersburg, 2007. pp.167–171.

3. Buck N. S., Gusev V. N. Determination of the boundaries of the trough of displacement during tunneling in quaternary deposits of Ho Chi Minh City / Mine surveying and geodetic support for rational use, protection of subsoil and construction of structures: Interuniversity collection of scientific papers // YuRG TU (NPI). – Novocherkassk: YuRG TU (NPI), 2012. pp. 83-88.

4. Gusev V. N., Sheremet A. N. Mathematical processing of mine surveying information by statistical methods. / tutorial. Saint-Petersburg state mining Institute (technical University). SPb, 2005. 98 p.

Гусев Владимир Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой маркшейдерского дела, тел. +7 (812) 328-82-59, E-mail: kmd@spti.ru;
Лонжид Энхтур Баржигон, аспирант кафедры маркшейдерского дела, тел. +7 (812) 328-82-59, E-mail: enkhtur_lo@mail.ru
 (Санкт-Петербургский горный университет)

Уважаемые коллеги!

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», Российское геологическое общество (РосГео), ЧУ «ЦДПО «Горное образование» приглашают Вас принять участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр», которая пройдет 23–27 октября 2017 года в г. Москве.

В программе конференции:

- развитие систем саморегулирования и управления качеством работ и услуг в области промышленной безопасности и охраны недр, производства геологических, маркшейдерско-геодезических и кадастровых работ на основе отечественного и международного опыта;
- реализация новых требований Закона РФ «О недрах» и Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- обмен опытом по применению передовых технологий производства горных, геологических, маркшейдерско-геодезических и кадастровых работ, новейших приборов, оборудования и программного обеспечения;
- роль и значение безопасного и рационального использования минеральных ресурсов в обеспечении экономической безопасности России.

Организационный взнос за участие в конференции составляет 37 650 руб. (НДС не облагается).

С контрольными сроками и порядком оформления участия в конференции можно ознакомиться на сайтах www.mwork.su, www.gorobr.ru или по тел. +7(495) 641-00-45.

ГЕННАДИЮ ИОСИФОВИЧУ ШМАЛЮ – 80 ЛЕТ



Родился Генадий Иосифович 20 августа 1937 г., в Краснослободске (Мордовская АССР).

В 1959 г. окончил Уральский политехнический институт по специальности «инженер-металлург».

Трудовую деятельность начал инженером-технологом Березниковского титано-магниевого комбината Пермской области.

В дальнейшем его производственная и научная деятельность на протяжении пятнадцати лет была связана с Западной Сибирью, где он непосредственно участвовал в создании уникального топливно-энергетического комплекса, работая с 1966 г. первым секретарем Тюменского обкома ВЛКСМ, с 1971 г. – первым секретарем Тобольского горкома КПСС, с 1973 г. – вторым секретарем Тюменского обкома КПСС.

В 1978 г. Генадий Иосифович возглавил объединение Сибкомплектмонтаж Миннефтегазстроя СССР. Под его руководством и при непосредственном участии разработан и получил широкое распространение комплексно-блочный метод строительства нефтегазовых объектов, позволивший значительно ускорить ввод в действие магистральных трубопроводов.

В 1982 г. был назначен заместителем Министра, а в 1984 г. – первым заместителем Министра строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности СССР. В 1983 г. окончил Академию народного хозяйства при Совете Министров СССР.

После упразднения министерства в 1990 г. стал председателем Правления государственного концерна «Нефтегазстрой»; в декабре 1991 г. был избран председателем Правления и одновременно председателем Совета директоров РАО «Роснефтегазстрой», образованного на базе концерна, с 1998 г. – председатель Совета директоров. Принимал непосредственное участие в освоении нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, создании городов на Севере и в Среднем Приобье Тюменской области, сооружении Тобольского нефтехимического комплекса, в обустройстве Уренгойского и Ямбургского газоконденсатных месторождений, строительстве газопроводов Уренгой-Помары-Ужгород, Уренгой-Центр, Ямбург-Тула, конденсатопроводов Уренгой-Сургут, сургутских заводов стабилизации конденсата и моторных топлив, компрессорных станций на газопроводах Западной Сибири и других регионов страны. На всех этапах своей деятельности Генадий Иосифович особое внимание уделял проблемам повышения эффективности строительного дела и совершенствованию организации производства.

В апреле 2002 г. Г. И. Шмаль избран Президентом Союза нефтегазопромышленников России. Большое внимание уделяет формированию стратегии развития нефтегазового комплекса, ее научному обоснованию, вопросам передачи опыта ветеранов молодым нефтяникам, строителям, газовикам, чествованию профессионалов, внесших большой вклад в создание нефтегазового комплекса.

Г. И. Шмаль – автор более ста научных трудов, посвященных проблемам повышения эффективности нефтегазового строительства, кандидат экономических наук, лауреат премии Правительства РФ.

Заслуги Генадия Иосифовича отмечены орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов, Мужества, отраслевыми наградами и ведомственными знаками отличия. Является действительным членом Академии естественных наук, Академии горных наук, Академии энергожурналистики.

Горная общественность, друзья и товарищи сердечно поздравляют Виктора Владимировича со славным юбилеем и желают ему крепкого здоровья, успехов во всех делах и начинаниях, благополучия и отличного настроения!

АЛЕКСАНДРУ ПЕТРОВИЧУ ВЕРЖАНСКОМУ – 50 ЛЕТ



14 августа 2017 г. исполняется 50 лет горному инженеру, доктору технических наук, профессору, Почетному работнику науки и техники Российской Федерации, Почетному горняку, Почётному работнику угольной промышленности, Генеральному директору Некоммерческого Партнерства «Горнопромышленники России» Александру Петровичу Вержанскому.

Александр Петрович родился в Москве. В 1989 г. с отличием окончил Московский горный институт по специальности горные машины и комплексы, в 2000 г. получил второе высшее образование в Московском государственном горном университете (МГГУ) по специальности экономика и управление на предприятии горной промышленности.

Трудовая деятельность А. П. Вержанского также связана с Московским Горным, где он успешно совмещал преподавательскую деятельность с административной. Прошел путь от ассистента до профессора, заведующего кафедрой технологии машиностроения и ремонта горных машин, главного ученого секретаря МГГУ.

А. П. Вержанский – автор более 70 публикаций, посвященных горным машинам и технологии горного машиностроения, в том числе 4 Патентов на изобретения. Результаты его научной и изобретательской деятельности приняты к использованию на шахтах Донецкого и Печорского угольных бассейнов.

В октябре 2013 г. на V Всероссийском съезде горнопромышленников был избран генеральным директором НП «Горнопромышленники России». При его непосредственном участии подготовлен и внесен в высшие органы законодательной и исполнительной власти страны ряд конкретных предложений по повышению эффективности работы организаций минерально-сырьевых отраслей России, направленных на их устойчивое развитие. Особо надо отметить, что по инициативе А. П. Вержанского на совместных заседаниях Высшего горного совета и Комитета Госдумы России по природным ресурсам, природопользованию и экологии были рассмотрены вопросы о создании отечественной морской горнодобывающей отрасли и о развитии промышленной переработки техногенного сырья в России. Рекомендации, принятые на этих заседаниях, были учтены в ряде решений руководства страны.

За время работы в этой должности А. П. Вержанский стал одним из инициаторов проведения Национальных горнопромышленных форумов – основной площадки по обсуждению широкого круга проблем минерально-сырьевого комплекса страны. Первый Форум состоялся в 2014 г., второй – в 2015 г. Проведение Третьего национального горнопромышленного форума планируется на осень 2017 года.

Александр Петрович – заместитель председателя Комитета по энергетической стратегии и развитию ТЭК Торгово-промышленной палаты Российской Федерации; член Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия»; член научно-технического совета по развитию отрасли тяжелого машиностроения при Минпромторге России; член Президиумов Академии горных наук и Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы; действительный член Российской академии естественных наук; член Наградного комитета Патриаршего знака святой великомученицы Варвары.

Заслуги юбиляра по достоинству отмечены рядом ведомственных наград Минобрнауки России, Минэнерго России, Минпромторга России.

Горное сообщество РФ поздравляет Александра Петровича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, успехов во всех делах и начинаниях, благополучия и отличного настроения!

О СОВЕЩАНИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕРОССИЙСКОГО ПРОЕКТА ПОДГОТОВКИ НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА ПО ОБОСНОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

20 июля 2017 г. в ИПКОН РАН им. Н. В. Мельникова состоялось первое общее собрание исполнителей и заказчиков проекта по подготовке Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности (ФНП) «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов».

Разработка таких ФНП, способствующих повышению экономической эффективности и безопасности разработки месторождений открытым способом в современных условиях, является весьма актуальной задачей. Связано это с тем, что за последние десятилетия в открытых горных работах существенно изменилась горнотехническая и геомеханическая ситуация, появилось множество новых программных комплексов и компьютерных разработок, принципиально изменились возможности экспериментальных методов сбора исходных данных, их обработки, обоснования допустимых параметров бортов карьеров и, следовательно, оценки рисков стали более совершенными. Все чаще возникает необходимость выполнения проектов, удовлетворяющих международным стандартам. Несовершенство, а в ряде случаев, отсутствие действующей нормативной базы в этой области

создает неоправданные сложности при разработке проектной документации и проведении ее экспертизы.

В соответствии с запросами крупных горнодобывающих компаний, понимая необходимость обновления нормативных документов с учетом современных знаний и технологий, ИПКОН РАН решением Ростехнадзора принял роль инициатора проекта по подготовке ФНП «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов».

К участию в совещании были приглашены все заинтересованные стороны: крупнейшие компании-недропользователи, осуществляющие добычу твердых полезных ископаемых открытым способом на территории России, специализированные проектные организации, представители академической и вузовской науки, профессиональных сообществ и ведущие специалисты в области открытых горных работ.

В различной форме в совещании приняли участие представители ПАО «Полус», АО «Полиметалл Инжиниринг», АО «Южурал-золото Группа Компаний», АК «АЛРОСА» (ПАО), ООО УК «Металлоинвест», АО «Русский Уголь», АО «СУЭК», АО «МХК «ЕвроХим», ПАО «ГМК



«Норильский никель», а также ООО «НИИ-ОГР», ВИОГЕМ, ВИСТ ГРУПП, МГТУ им. Г. И. Носова, НИТУ МИСиС.

Работу совещания возглавили академик РАН Трубецкой К. Н., чл.-корр. РАН, проф. Захаров В. Н., проф. Рыльникова М. В. Открыл совещание директор ИПКОН РАН, чл.-корр. РАН, проф. Захаров В. Н., который, поприветствовав участников, отметил, что задача обеспечения безопасности открытых горных работ весьма актуальна. Действующие в этой области нормативные документы были разработаны во второй половине прошлого века и не соответствуют современным реалиям, что, безусловно, препятствует эффективному развитию открытых горных работ. «В рамках сегодняшнего заседания мы впервые в таком широком составе сможем обсудить повышение уровня промышленной безопасности путем создания «Правил обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов», – отметил он.

Профессор М. В. Рыльникова в своем докладе более подробно обозначила факторы, предопределяющие необходимость разработки ФНП, законодательно регулирующих правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и отвалов. «Для подготовки ФНП решено организовать проект «Обеспечение устойчивости откосов при открытых горных работах», – сообщила она. – Основной целью проекта является разработка и утверждение нормативно-правового документа в соответствии с действующим законодательством РФ, учитывающего накопленный российский и международный опыт, адаптированного к российским условиям и рискам, при этом ориентированного на возможность применения развивающихся инновационных геотехнологий».

Как руководитель проекта, М. В. Рыльникова также отдельно подчеркнула, что разработка подобного нормативного документа, необходимого как недропользователям, специализированным проектным организациям, специалистам в области открытых горных работ, так и экспертным органам, возможна только при объединении усилий всех заинтересованных сторон. «Не случайно девизом проекта является словосочетание «Open & Stability» - открытость и устойчивость, что

подразумевает: во-первых, «открытость» - это и в прямом смысле открытые горные работы, и открытость для всех заинтересованных компаний в реализации проекта и участников-специалистов в его разработке, и открытость всей информации, включая финансовую, в организации самого проекта; во-вторых, «устойчивость» как устойчивость бортов карьеров, разрезов и отвалов при введении в действие ФНП, надежность и гарантии в реализации проекта в течение обозначенного периода времен, устойчивость функционирования компаний, участвующих в реализации проекта в результате реализации их интересов при разработке ФНП».

По итогам обсуждения была утверждена структура комитетов администрирования проекта: организационный комитет, редакционный совет и наблюдательный совет, их персональный состав и основные функции. Также решено сформировать при оргкомитете проекта постоянно действующий исполнительный орган, отвечающий за взаимодействие со СМИ, поддержку сайта проекта, подготовку и заключение договоров, ведение текущей и сметной документации.

Коллективным решением после обсуждения с участием всех присутствующих утверждена базовая структура и основное содержание ФНП. При подготовке ФНП предусмотрено разделение требований и рекомендаций по видам минерального сырья, а также возможность развития приложений к ФНП через определенный период времени путем внесения корректировок.

Предельным сроком выполнения проекта определены 3 года с момента наполнения бюджета в соответствии с утвержденной сметой с возможностью досрочного выполнения работ.

Для наиболее полного учета условий разработки месторождений, осуществляемых каждой заинтересованной компанией, при готовности принять участие в разработке и финансировании проекта необходимо присылать на электронный адрес opst@ipkonran.ru данные представителя компании для включения в Наблюдательный совет проекта.

Более подробно с материалами собрания и о продвижении проекта можно ознакомиться на сайте <http://opst.ипконран.рф>.

SUMMER SCHOOL НА БАЙКАЛЕ ДЛЯ ТАЛАНТЛИВЫХ СТУДЕНТОВ – МАРКШЕЙДЕРОВ И ГЕОДЕЗИСТОВ

В июле 2017 г. кафедра маркшейдерского дела и геодезии ИРНИТУ при поддержке ISM организовала Международный проект Summer school. Талантливые студенты маркшейдерско-геодезических специальностей из России, Китая, Монголии, Таджикистана и Узбекистана собрались на байкальском острове Ольхон, чтобы освоить новые технологии, поделиться опытом и показать свои знания на первой международной маркшейдерско-геодезической олимпиаде



Старт Summer school был дан в Иркутском национальном исследовательском техническом университете (ИРНИТУ). Обращаясь к участникам Международного образовательного проекта, ректор ИРНИТУ Михаил Корняков подчеркнул, что инженеров-маркшейдеров в вузе обучают с 1951 г. За это время Иркутский «политех» выпустил свыше двух тысяч специалистов по маркшейдерскому делу. Сегодня, благодаря активной работе преподавателей кафедры маркшейдерского дела и геодезии, университет располагает самыми современным оборудованием, технологиями, программным обеспечением в области маркшейдерии.

Флаг Summer school на Ольхоне подняли представители делегаций из разных стран. Каждую делегацию представляли 2 студента и преподаватель. В церемонии открытия международного образовательного проекта принимали участие творческие коллективы ИРНИТУ – народный ансамбль русской песни «Калина» и студия этнической перкуссии «Этнобит». Первый день школы на Ольхоне завершился фейерверком.

Большой интерес к Summer school проявили ведущие мировые производители и дистрибьютеры оборудования, технологий и программного обеспечения. На Ольхон приехали специалисты компаний «ГЕКСАГОН ГЕОСИСТЕМС РУС», «АртГео» и «Геоскан». Под руководством мастеров высочайшего класса студенты выполняли работы, с которыми ежедневно сталкиваются маркшейдеры в своей производственной деятельности.

В рамках школы был проведен круглый стол, посвященный участию вузов в национальном чемпионате WorldSkills Russia по компетенции «Геодезия». Активный интерес к данной теме проявили вице-президент компании «ГЕКСАГОН» Майкл Мудра, руководитель подразделения данной компании по Сибири и Дальнему Востоку Моника Голдштейн, финансовый директор компании «Геоскан» Павел Степанов, доцент кафедры горного дела и комплексного освоения георесурсов Инженерной школы Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) Людмила Усольцева и другие преподаватели.

Международный Союз маркшейдеров готов обеспечить поддержку проведения открытых чемпионатов WorldSkills Russia. Принято решение, что Чемпионат мира по маркшейдерии среди студентов горных вузов пройдет перед XVII Международным маркшейдерским конгрессом, который в 2019 году состоится в Иркутске.

Главным и итоговым событием Summer school стала первая Международная олимпиада по маркшейдерскому делу и геодезии. Перед этим мероприятием были проведены подготовительные тесты и геоспартакиада между двумя международными командами.

Задания для олимпиады разрабатывали преподаватели кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРНИТУ и ее выпускники – инженеры-маркшейдеры, имеющие большой практический опыт. Авторами заданий и экспертами на этапах олимпиады стали Лидия Чернова, Евгений Беляев, Алексей Токин, Владимир Тальгамер, Ирина Карпова, Анна Гриб и Владимир Кугаевский. Судейскую коллегию возглавил профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРНИТУ Александр Загibalов.

Участники олимпиады сформировали три международные команды – «Беспилотник», «Уголек» и «Самородок». Студенты получили письменные задания на русском и английском языках. Первый этап посвящался спортивному ориентированию.

По условиям соревнования на местности были определены пункты, на стартовой точке участникам выдавались азимут, расстояние и пакет команды, в который входили план местности, компас, чертёжные принадлежности. Студентам предлагалось применить свои способности и знания к ориентированию на местности, чтобы найти заданную точку. Кроме того, чтобы правильно прийти на пункт, участникам необходимо было в течение пяти минут решить задачу, включающую в себя базовые знания геометрии и геодезии. Затем команда получала новое направление и вела поиск следующей точки. Судьи фиксировали время прохождения маршрута и количество набранных баллов.

Основным разработчиком второго этапа являлся Алексей Токин. Он поставил задачу отойти от проверки знаний современных методов съёмки и обработки, которые участ-

ники изучали на лекциях и мастер-классах. Во время олимпиады важно было опереться на способность студентов-старшекурсников работать с классическими геодезическими приборами, применять сообразительность и базовые знания, безусловно, без которых современные методы являются малоэффективными. Также олимпиада ставила перед собой цель быть интересной и динамичной, поэтому второй этап был организован в формате геодезического квеста.

Для выполнения первого задания один из участников команды должен был передать своим коллегам с помощью квадрокоптера подвешенный к нему груз, в котором находились координаты двух точек базовой линии. Нужно было перевезти груз на расстояние порядка 80 м и посадить квадрокоптер на заданную точку.

Получив координаты базовой линии, команды с помощью GPS-приемника вели поиск заранее закрепленных точек на местности и обозначали их вешками. Затем студентам предлагалось определить недоступное расстояние. Применяя теодолит, они проводили угловые измерения от базовой линии на две обозначенные на местности двухметровые вешки, что, по сути, является задачей на выполнение угловой засечки. Полученные измерения с помощью транспортира студенты наносили на план, недоступное расстояние определяли с помощью линейки, с учетом масштаба.

Затем командам предстояло определить площадь квадрата, закрепленного колышками на местности, с помощью любого представленного прибора и инструмента, также





определить высоту дерева с помощью теодолита, а с помощью нивелира определить высотную отметку второй точки базовой линии. В результате правильных выносов и измерений команды должны были достичь конечного пункта. Все участники продемонстрировали отличный результат.

Правильно выполнив шесть заданий, команда получала у эксперта исходную информацию для того, чтобы проложить теодолитный ход от своих базовых линий. Теодолитный ход для каждой команды предусматривался разный, но последняя точка хода была одна. В этой точке эксперты спрятали клад с тремя ключами. Победившая команда забрала ключ под номером один, вернулась на точку сбора и открыла ящик с соответствующим номером, где ребят ждал сертификат на получение грамот и призов.

По итогам олимпиады первое место заняла команда «Беспилотник». На втором месте «Уголек». Третьей пришла к финишу команда «Самородок». Команду «Беспилотник», ставшую лидером олимпиады, возглавил студент Китайской академии геодезии и картографии (Пекин) Син Юньцзянь. Высокий уровень подготовки в этой команде показали представитель Монгольского университета науки и технологий Пурэвсурэн Галбадрах, Христина Николаева из ИРНТУ и другие студенты. Также отличилась Анна Суворова из ДВФУ (команда «Уголек»).

Все студенты отнеслись к олимпиаде с большим энтузиазмом, проявили творческий

подход к выполнению заданий. Награждение победителей состоялось на берегу Байкала.

Для школы была разработана интересная экскурсионная программа. Участники посетили главную достопримечательность Байкала, взглянуть на которую едут люди со всего мира, – государственный природно-исторический памятник мыс Бурхан. Кроме того, студенты, преподаватели и эксперты побывали на самом севере острова Ольхон – мысе Хобой, познакомились с местными легендами и сказаниями. Прекрасные панорамы Большого Байкала гости смогли увидеть со скалы Любви.

Завершилась работа Summer school экологическим субботником.

Благодаря такому проекту как Summer School мировому маркшейдерскому сообществу удалось объединить студентов и профессионалов с разных стран, где они обменялись опытом и даже получили возможность поработать в интернациональных командах, преодолев языковой барьер и другие трудности.

Проект стер национальные границы и позволил сплотить специалистов из разных стран в одной команде перед возникшими профессиональными задачами, в результате чего возникли крепкие дружеские отношения между всеми участниками школы.

Успешный первый опыт показал, что Международная Летняя школа для студентов маркшейдерско-геодезических специальностей является важной и необходимой составляющей жизни ISM, так как он позволит подготовить отличных профессионалов, которые уже будут интегрированы в мировое сообщество.

Summer school получила поддержку многих российских и зарубежных вузов, а также всемирно известных компаний, поскольку во всех странах подготовка высококвалифицированных специалистов является важной составляющей успешного выполнения маркшейдерских работ.

По мнению экспертов, международный проект, объединяющий талантливых студентов, может стать хорошей коммуникационной платформой для регулярного обмена опытом и продвижения новых знаний в сфере инновационных маркшейдерских технологий.

*Материал предоставлен
пресс-службой ИРНТУ*

Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр» приглашает авторов и горно- и нефтедобывающие компании принять участие в создании книжной серии «Библиотека горного инженера»

Серия «Библиотека горного инженера» издается в целях обеспечения специалистов актуальной технической литературой. Издания носят прикладной характер, содержат большое количество справочной информации и являются своего рода многотомной технической энциклопедией. В них сосредоточивается все лучшее, что накоплено отечественной наукой и практикой относительно наиболее эффективного использования потенциала месторождений. Серия разбита на 17 тематических томов, в каждый из которых входят отдельно издаваемые книги по соответствующей тематике.

«Библиотека горного инженера» призвана стать ценным пособием для профессионального роста и повышения квалификации специалистов горных компаний.

Обобщение накопленного опыта будет вкладом компаний в повышение эффективности всей горнодобывающей промышленности России.

Новинки, вышедшие в серии «Библиотека горного инженера»

ВСКРЫТИЕ КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ

Супрун В. И., Артемьев В. Б., Опанасенко П. И. и др. Вскрытие карьерных полей / В. И. Супрун, В. Б. Артемьев, П. И. Опанасенко и др. – М. : Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2016. – 248 с. : ил., табл. – (Библиотека горного инженера. Т. 4. «Открытые горные работы». Кн. 7).



В книге рассмотрено вскрытие карьерных полей при отработке месторождений полезных ископаемых с различной морфологией залежей. Обобщены условия эксплуатации, строительства, конструкции вскрывающих выработок и трасс для различных видов транспорта. Отражено совмещение нескольких транспортных коммуникаций в одной вскрывающей выработке и тоннельное вскрытие глубоких горизонтов карьеров. Приведены примеры реализации проанализированных решений при проектировании и эксплуатации ряда карьеров по добыче угля, руды и строительных материалов.

Книга предназначена для инженерно-технических работников горной промышленности, проектных организаций, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

По вопросам сотрудничества и заказа книг обращаться
по телефонам +7 (499) 261-87-87, +7 (499) 261-40-40
E-mail: smr@mwork.su, www.mwork.su



**Автономная некоммерческая
организация «Аудит недропользования
и консалтинг» (АНО «Аудит недропользования
и консалтинг»)**

Юридический адрес: 105064, г. Москва,

Гороховский пер., д. 5, к. 18.

Адрес для корреспонденции:

105066, г. Москва, а/я 58

Тел.: (495) 125-30-95, факс: (499) 265-17-98

E-mail: info@anetra.ru

Руководителям геологических
и маркшейдерских служб нефте-
и газодобывающих предприятий

Уважаемые коллеги!

Предлагаем рассмотреть возможность привлечения АНО «Аудит недропользования и консалтинг» для выполнения следующих работ (услуг):

Комплексные инженерные изыскания:

- 1) инженерно-геодезические;
- 2) инженерно-геологические;
- 3) инженерно-гидрометеорологические;
- 4) инженерно-экологические.

Проектирование в области недропользования:

- 1) разработка горно-геологических обоснований создания геодинамических полигонов;
- 2) разработка проектов создания геодинамических полигонов;
- 3) разработка проектов наблюдений за деформациями объектов капитального строительства;
- 4) разработка проектов горных отводов;
- 5) разработка проектов производства маркшейдерских работ;
- 6) разработка планов развития горных работ.

Аудиторские и экспертно-консультационные услуги в области недропользования:

- 1) проведение комплексных горных аудитов;
- 2) проведение экспертизы промышленной безопасности;
- 3) проведение экспертизы охраны недр;
- 4) определение убытков от незаконного использования недр, включая объемы добытых полезных ископаемых.

АНО «Аудит недропользования и консалтинг» имеет лицензии на производство маркшейдерских, геодезических работ, проведение экспертизы промышленной безопасности, осуществление работ в сфере обеспечения государственной тайны, необходимые допуски СРО по проектным работам и инженерным изысканиям, различные свидетельства и сертификаты, подтверждающие высокий профессиональный уровень организации. Качество выполнения работ (услуг) подтверждено многолетней положительной практикой согласования проектной документации в государственных надзорных органах, а также многочисленными отзывами и рекомендательными письмами Заказчиков.

Директор
АНО «Аудит недропользования и консалтинг»

Е.В. Терентьева

Уважаемые коллеги!

ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ ПОДПИСАТЬСЯ НА НТИП ЖУРНАЛ «МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК» на 2018 год

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

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.

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

Условия подписки на журнал «Маркшейдерский вестник»

Подписаться на журнал можно в отделениях связи, по индексам:

в каталоге ОАО «Роспечать» 71675;

в каталоге «Пресса России» 90949;

в каталоге «Урал-Пресс» 71675;

в интернет-каталоге «АРЗИ» Э90949. Ссылка на каталог для подписки онлайн: <http://www.akc.ru/itm/marksheiderskiiy-vestnik/>.

Подписка через редакцию принимается с любого текущего номера. Для оформления подписки на 2018 г. необходимо отправить заявку на электронный адрес mark_vestnik@mail.ru, получить и оплатить счет от редакции на сумму предоплаты, согласно каталожной цены журнала, указав точный почтовый адрес, а также должность и фамилию получателя.

На 2018 г. стоимость одного номера журнала 1534 рубля, без НДС.

Стоимость годовой подписки 9204 рубля .

Телефон редакции : +7 (499) 261-51-51

 TOPCON SOKKIA



Поставка геодезического оборудования и
программного обеспечения.



ООО «Геодезические приборы»

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

Тел./факс: (812) 363-4323 office@geopribori.ru

www.geopribori.ru