

ISSN 2073-0098

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

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ

№5 (132)
сентябрь-октябрь
september-october

ВЕСТНИК

2019

MINE SURVEYING BULLETIN

www.mvest.su



МВ

ЧУ «ЦДПО «Горное образование»



Уважаемые коллеги!

ПРЕДЛАГАЕМ ВАМ ПОДПИСАТЬСЯ НА НТИП ЖУРНАЛ «МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК» на 2020 год

Выходит 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/marksheyderskiiy-vestnik/>.

Подписка через редакцию принимается с любого текущего номера. Для оформления подписки на 2020 год необходимо отправить заявку на электронный адрес mark_vestnik@mail.ru, получить и оплатить счет от редакции на сумму предоплаты, согласно каталожной цене журнала, указав точный почтовый адрес, а также должность и фамилию получателя.

На 2020 год стоимость одного номера журнала 1534 рубля, без НДС.

Стоимость годовой подписки 9204 рубля.

Телефон редакции : +7 (499) 261-51-51

MVНАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ**ЖУРНАЛ**№5 (132)
сентябрь-
октябрь
2019**«МАРКШЕЙДЕРСКИЙ
ВЕСТНИК»**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН ОБЩЕРОССИЙСКОЙ
ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
«СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ»

Журнал издается 27-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходявших 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 (499) 261-51-51**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,
Председатель Совета НП «СРГП «Горное дело»**Алексеев Андрей Борисович**начальник отдела маркшейдерского контроля
и безопасного недропользования Ростехнадзора**Гальянов Алексей Владимирович**

д.т.н., профессор УГГУ

Глейзер Валерий Иосифовичд.т.н., зам. ген. директора
ООО «Геодезические приборы»**Гордеев Виктор Александрович**

д.т.н., профессор, зав. кафедрой УГГУ

Гусев Владимир Николаевичд.т.н., профессор, зав. кафедрой
Санкт-Петербургского горного университета**Затырко Виктор Алексеевич**

к.т.н., главный маркшейдер ПАО «Газпром»

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 Александровичд.т.н., профессор, зав. кафедрой
Пермского ГТУ**Кузьмин Юрий Олегович**д.ф.-м.н., профессор, исп. директор ИФЗ
им. О. Ю. Шмидта РАН**Лаптева Марина Игоревна**

главный маркшейдер АО «СУЭК»

Макаров Александр Борисович

д.т.н., профессор, член-корр. РАЕН

Навитный Аркадий Михайловичзам. директора – начальник Управления
маркшейдерии, геологии и охраны природы
ФГБУ «ГУРШ»**Низаметдинов Фарит Камалович**

д.т.н., профессор КарГТУ

Ожигин Сергей Георгиевичд.т.н., профессор, проректор
по научной работе КарГТУ**Охотин Анатолий Леонтьевич**президент ISM, профессор, зав. кафедрой МДиГ
Иркутского НИТУ**Черепнов Андрей Николаевич**

главный инженер ПАО «АЛРОСА»

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.mvestnuk.ru**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** № 192083**ТИРАЖ** 990 экз.За точность приведенных сведений и содержание данных, не под-
лежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.
Мнения авторов могут не совпадать с мнением редакции.
Рукописи не возвращаются!© **ЖУРНАЛ «МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК»**

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

- В. С. Зимич* О РАБОТЕ ГОСГОРТЕХНАДЗОРА РОССИИ ПО НАДЗОРУ ЗА РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ НЕДР В СВЯЗИ С ПРИНЯТИЕМ ЗАКОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О НЕДРАХ» И ДРУГИХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ АКТОВ 4
V. S. Zimich ABOUT WORK OF GOSGORTEKHNADZOR OF RUSSIA FOR THE SUPERVISION OF RATIONAL USE AND PROTECTION OF SUBSOIL IN CONNECTION WITH ADOPTION OF THE LAW OF THE RUSSIAN FEDERATION «ON SUBSOIL» AND OTHER LEGAL ACTS

- РОСТЕХНАДЗОР ОТВЕЧАЕТ10

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

- ИТОГИ XVII МЕЖДУНАРОДНОГО МАРКШЕЙДЕРСКОГО КОНГРЕССА ISM12
RESULTS OF THE XVII INTERNATIONAL MINE SURVEYING CONGRESS OF ISM

К 300-ЛЕТИЮ ГОРНОГО НАДЗОРА

- О НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РОСТЕХНАДЗОР И ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. 300 ЛЕТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ»15
ABOUT SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE «ROSTEKHNADZOR AND MINING INDUSTRY. 300 YEARS OF JOINT WORK»

- О ВЫЕЗДНОМ СЕМИНАРЕ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ» «ГОРНЫЙ НАДЗОР И РАЗВИТИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»16
ON THE SEMINAR OF THE ALL-RUSSIAN PUBLIC ORGANIZATION «UNION OF MINE SURVEYORS OF RUSSIA» «MINING SUPERVISION AND DEVELOPMENT OF OIL AND GAS PRODUCTION IN WESTERN SIBERIA»

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

- В. И. Глейзер* ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ГИРОСКОПИИ. Часть 518
V. I. Gleizer THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF DOMESTIC SURVEYING GYROSCOPY. Part 5

- Н. В. Зайцева* У ИСТОКОВ РУДНИЧНОЙ МАГНИТОМЕТРИИ25
N. V. Zaitseva AT THE ORIGINS OF MINE MAGNETOMETRY

- В. Н. Гусев, Г. Д. Головин, Н. Ю. Соjту* СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ОРИЕНТИРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ И ПЛАНОВЫХ КООРДИНАТ В ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И СООРУЖЕНИЯ33
V. N. Gusev, G. D. Golovin, N. Yu. Sojtu IMPROVEMENT OF A DESIGN OF AN INSTRUMENTAL COMPLEX FOR A POLARIMETRIC WAY OF TRANSFER OF THE AZIMUTHAL DIRECTION AND COORDINATES INTO UNDERGROUND EXCAVATION AND CONSTRUCTION

- Ю. А. Малютин* РОЛЬ КОНДИЦИЙ И СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. Часть 240
Yu. A. Malyutin THE ROLE OF CONDITIONS AND MEANS OF ESTIMATION IN PLANNING AND EXPLOITATION OF ORE DEPOSITS. Part 2

И. А. Шлемов, А. В. Гальянов К ВОПРОСУ ВВЕДЕНИЯ ВЕСОВЫХ ФУНКЦИЙ
В УРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СХЕМ ОПОРНЫХ
МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЕТЕЙ 45

I. A. Shlemov, A. V. Gal'yanov TO THE QUESTION OF INTRODUCING WEIGHTING FUNCTIONS
IN EQUALIZATION CALCULATIONS OF TRIANGULATION SCHEMES OF REFERENCE SURVEYING
NETWORKS

ГОРНАЯ ГЕОМЕХАНИКА

В. Н. Гусев МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСОТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗОНЫ
ВОДОПРОВОДЯЩИХ ТРЕЩИН В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ 50

V. N. Gusev MONITORING CHANGES IN THE HEIGHT OF THE PROPAGATION ZONE
OF WATERCONDUCTING CRACKS DURING MINING

Г. О. Абрамян, Д. К. Кузьмин МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДИЕНТОВ СМЕЩЕНИЙ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА 56

G. O. Abramyan, D. K. Kuzmin MODELING OF EARTH SURFACE DISPLACEMENT GRADIENTS
IN OIL AND GAS FIELDS UNDER DEVELOPMENT

ГАЛЕРЕЯ ГОРНЫХ МУЗЕЕВ

ГУКОВСКИЙ МУЗЕЙ ШАХТЕРСКОГО ТРУДА ИМЕНИ Л. И. МИКУЛИНА 64

GUKOVSKY MUSEUM OF MINER'S WORK NAMED AFTER L. I. MIKULIN

НАША ПАМЯТЬ

ПАМЯТИ МАРАТА ПЕТРОВИЧА ВАСИЛЬЧУКА 67

IN MEMORY OF MARAT PETROVICH VASILCHUK

ИНФОРМАЦИЯ

ОБЗОР ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«РАЦИОНАЛЬНОЕ И БЕЗОПАСНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ» 68

*REVIEW OF ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«RATIONAL AND SAFE SUBSURFACE USE»*



НА ФОТОГРАФИИ ПЕРВОЙ СТРАНИЦЫ ОБЛОЖКИ:

АВТОРСКАЯ СУВЕНИРНАЯ ПРОДУКЦИЯ –

бронзовая фигурка маркшейдера с теодолитом на подставке из
змеевика

В преддверии празднования в 2019 году памятной даты – 300-летия Берг-Привилегии, государственного горного и промышленного надзора, интернет-магазин ГОРНЯК.SHOP предлагает удивить в знаменательную дату и преподнести эффектное бронзовое изделие, тематически уместное по случаю и подходящее персоне получателя. Профессионально близкий к маркшейдерскому делу человек непременно оценит фигуру работника из области горной науки и выделит ее из ряда остальных преподнесенных подарков. Миниатюрная бронзовая статуэтка просто не сможет остаться без внимания.

Отдав предпочтение сувенирному изделию из бронзы «Маркшейдер с теодолитом» на подставке из змеевика, вы можете быть уверены в правильности своего выбора, такой подарок свидетельствует об особенном отношении к получателю и выгодно выделяется на фоне иных сувениров.

Подробнее с ассортиментом интернет-магазина Горняк.Shop можно ознакомиться на сайте: <https://горняк.shop>.

О РАБОТЕ ГОСГОРТЕХНАДЗОРА РОССИИ ПО НАДЗОРУ ЗА РАЦИОНАЛЬНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ НЕДР В СВЯЗИ С ПРИНЯТИЕМ ЗАКОНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О НЕДРАХ» И ДРУГИХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ АКТОВ

В преддверии 300-летнего юбилея горного надзора представлен доклад автора на семинаре работников Госгортехнадзора России 13–17 октября 1992 года, г. Москва. Обсуждается содержание нового нормативного документа – закона Российской Федерации «О недрах». Определены основные проблемы и задачи государственного горного надзора за использованием и охраной недр. Приведены сведения о работе Госгортехнадзора России по совершенствованию законодательно-правовых актов в сфере недропользования, рационального использования и охраны недр в период перехода России к рыночной экономике.

Ключевые слова: горный надзор; 300-летний юбилей; рациональное недропользование; охрана недр; геолого-маркшейдерский контроль; законодательство о недрах; закон Российской Федерации «О недрах»; Госгортехнадзор.

V. S. Zimich

ABOUT WORK OF GOSGORTEKHNADZOR OF RUSSIA FOR THE SUPERVISION OF RATIONAL USE AND PROTECTION OF SUBSOIL IN CONNECTION WITH ADOPTION OF THE LAW OF THE RUSSIAN FEDERATION «ON SUBSOIL» AND OTHER LEGAL ACTS

On the eve of the 300th anniversary of mining supervision presented the author's report at the seminar of employees of Gosgortekhnadzor of Russia 13-17 October 1992, Moscow. The content of the new normative document – the law of the Russian Federation «On subsoil» is discussed. The main problems and tasks of the state mining supervision over the use and protection of mineral resources are defined. Information on the work of Gosgortekhnadzor of Russia on improvement of legislative acts in the sphere of subsoil use, rational use and protection of subsoil during the transition of Russia to a market economy is given.

Keywords: mining supervision; 300th anniversary; rational subsoil use; protection of natural resources; geological and mine survey control; subsoil legislation; the Russian Federation law «On subsoil»; Gosgortekhnadzor.

21 февраля 1992 года был принят закон Российской Федерации «О недрах», и Кодекс РСФСР о недрах утратил силу.

Это «судьбоносный» (хотите в кавычках, хотите без кавычек) правовой документ как для недр России, так и для надзора за их использованием и охраной.

Закон РФ «О недрах» принципиально иной по концепции, содержанию и форме законодательный акт», чем Кодекс РСФСР о недрах 1976 года и, соответственно, чем Основы законодательства Союза ССР и Союзных республик о недрах, которыми мы в основном пользовались в работе.

Мы не ставили целью дать полный анализ закона «О недрах», его положительных и отрицательных сторон и в основном остановимся лишь на тех моментах, которые необходимо рассмотреть для реализации задач нашего семинара.

По своей сути закон РФ «О недрах» – зонтичный закон, так как он содержит только правовые и экономические, притом далеко не полные, основы использования и охраны недр.

К новациям этого закона следует отнести:

- платность пользования недрами;
- предоставление недр в пользование специальным разрешением в виде лицензии на основе конкурсов и аукционов;
- облегченный и широкий доступ всех желающих (в том числе иностранных юридических и физических лиц) к освоению недр, лишь бы была подтверждена их техническая и экономическая состоятельность;
- расширение прав пользователей недр (причем чрезмерно) и введение антимонопольных ограничений;
- возможность совмещения разведки и добычи полезных ископаемых;
- введение права собственности на геологическую информацию;
- создание органа управления государственным фондом недр (в центре и на местах);
- определение понятия недра и др.

К сожалению, закон содержит и много плановых новаций, а вернее, не содержит целого ряда требований, которые были в Кодексе РСФСР о недрах 1976 года и которые полностью оправдали себя на практике:

- исключено понятие акта, удостоверяющего горный отвод;
- не предусматривается утверждение запасов и передача разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения;
- сняты требования к проектированию предприятий по добыче полезных ископаемых и переработке минерального сырья, а также подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- нет ни одного требования по рациональной и комплексной переработке минерального сырья;
- отсутствуют требования по недопущению сверхнормативных потерь, сверхнормативного

разубоживания полезных ископаемых и выборочной отработке богатых участков месторождений;

- не нашло отражение списание добытых, потерянных, утративших промышленное значение запасов полезных ископаемых;
- не предусматривается ведомственный контроль за использованием и охраной недр;
- не предусмотрено утверждение Правительством Российской Федерации Типового положения о маркшейдерских и геологических службах;
- не сформулированы права органов, осуществляющих надзор и контроль за использованием и охраной недр.

В целом, как это ни странно звучит, закон Российской Федерации «О недрах» оторван от горного дела, то есть этапа освоения недр, где в наибольшей мере возникают проблемы горных отношений (в законе: отношения недропользования) и ради чего собственно и пишется такого рода закон.

Отсутствие многих правовых, технических, технологических, организационно-распорядительных требований в законе очень осложнит защиту недр России от хищнического освоения, тем более что этим же законом значительным образом урезаны права и функции органов государственного горного надзора.

Интересно отметить: если в Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах органы горного надзора упоминаются в 14 статьях 18 раз, то в законе РФ «О недрах» только 8 раз в 7 статьях. Причем большинство функций горного надзора являются совмещенными с функциями других органов.

В новом законе не нашли отражение следующие функции и права органов государственного горного надзора:

- выдача горноотводных актов для добычи полезных ископаемых;
- регистрация горных отводов для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых;
- отнесение полезных ископаемых к общераспространенным;
- аннулирование горноотводных актов при невыполнении пользователями недр обязанностей по рациональному использованию и охране недр;

- согласование мест расположения предприятий по добыче полезных ископаемых или подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых до начала проектирования;

- согласование ПТЭ предприятий по добыче полезных ископаемых правил разработки нефтяных и газовых месторождений и планов развития горных работ;

- приостановка или запрещение пользования недрами, в том числе сброса в недра сточных вод, захоронения вредных веществ и отходов производства, подземного хранения веществ и материалов при нарушении законодательства о недрах;

- согласование мест расположения дислокации горноспасательных частей;

- согласование списания с учета предприятий балансовых запасов полезных ископаемых, утративших промышленное значение, потерянных в процессе добычи либо не подтвердившихся при последующих геологоразведочных работах.

Но зато в законе РФ «О недрах» появилась «уникальная» запись: «Государственный контроль за рациональным использованием и охраной недр осуществляется органами государственного геологического контроля во взаимодействии с органами государственного горного надзора, природоохранными и иными контрольными органами».

Следует также отметить, что законом РФ «О недрах» на Орган управления государственным фондом недр возложен целый ряд функций по регулированию использования недр, в том числе и по выдаче лицензий, а постановлением ВС РФ «О порядке введения закона РФ «О недрах» от 21.02.92 функции государственного управления государственным фондом недр возложены на Геолком России. Там же находится и государственный геологический контроль.

Об этом необходимо упомянуть для понимания, с кем в дальнейшем придется контактировать по работе.

Задачи государственного горного надзора сформулированы в статье 38 закона РФ «О недрах», и на этом основании многие из тех функций, которые не упомянуты в этом законе, остаются за Госгортехнадзором России.

Госгортехнадзор России с учетом закона РФ «О недрах» разработал и по согласованию с Минюстом России и Геолкомом России внес в Правительство России Положение о Госгортехнадзоре России.

Следующим важным правовым актом, в соответствии с которым нам предстоит строить свою работу, является «Положение о порядке лицензирования пользования недрами», утвержденное постановлением Верховного Совета РФ № 3314-1 от 15 июля 1992 года.

Этот документ совместно с Временными указаниями по применению «Положения “О порядке лицензирования пользования недрами”» и приказом Госгортехнадзора России от 08.09.92 № 75 был направлен в округа 08.09.92.

Для краткости воздержимся от обширных комментариев к этому документу. Упомянем лишь, что он не лишен серьезных недостатков и развивает дух и концепцию закона РФ «О недрах».

Да и пункт 13.1 Положения о лицензировании появился в результате настойчивости Госгортехнадзора России. Здесь более конкретно просматривается как горный отвод, так и необходимость проекта и его согласование с заинтересованными органами, в том числе и с Госгортехнадзором России.

Однако если говорить о лицензировании, то есть еще один документ, который надо учитывать. Так, согласно закону РФ об охране окружающей среды должна выдаваться лицензия на комплексное природопользование.

Практика свидетельствует о том, что разработка многих месторождений полезных ископаемых как раз и требует такого лицензирования. В плане законодательной работы ВС РФ на 1992 год есть проект закона «О лицензировании использования природных ресурсов», который вносит Президент России.

В чем же будет состоять особенность работы по надзору за использованием и охраной недр Госгортехнадзора России и его органов на местах?

Имеет место несовершенство и закона РФ «О недрах», и Положения о лицензировании. Благо, что закон «О недрах» предполагает разработку и принятие ряда других законодательных актов по вопросам пользования

недрами. Сейчас уже разработан и, по моему, внесен в Верховный Совет РФ Закон о добыче нефти и газа.

Мы же ставим вопрос о разработке и принятии Горного кодекса, в котором необходимо детально проработать все вопросы горных отношений, организационные, технические и технологические аспекты.

С этим предложением мы неоднократно обращались в Верховный Совет и Правительство России, но пока на этот счет нет четких указаний. Вместе с тем в рамках Государственной научно-технической программы «Безопасность» ИПКОН РАН и Госгортехнадзор России с широким участием научных работников и специалистов горнодобывающих отраслей промышленности уже приступили к разработке Горного кодекса России. Нам надо принять участие в подготовке законов о переработке природных ресурсов, «О курортах», «О континентальном шельфе РФ», «О морской экономической зоне РФ», «О приведении законодательных актов РФ в соответствие с законом «О недрах».

Правда, не совсем ясно, зачем нужен последний названный закон. Ведь согласно Федеративному договору, подписанному 13 марта 1992 года, вопросы владения, пользования и распоряжения недрами регулируются Основами законодательства РФ и законодательством республик в составе РФ. Причем по взаимной договоренности определяется статус федеральных природных ресурсов, то есть вместо закона должны быть Основы. Оставляют закон, хотя Президент на прошлой неделе сказал, что Федеративный договор будет (как и мыслилось) составной частью Конституции РФ.

Это приводит к тому, что на местах часто поступают и делают так, как считают нужным, а не так, как предусматривает закон РФ «О недрах».

Нам также необходимо добиться утверждения Правительством России Типового положения о маркшейдерских и геологических службах. Они сейчас более нужны, чем раньше.

Поверьте, это архисложная работа, так как часто мы сталкиваемся с некомпетентностью, непониманием и, более того, с групповой заинтересованностью.

Предстоит очень большая работа по пересмотру нормативных документов, утвержденных или согласованных Госгортехнадзором

России. Первоочередной список насчитывает 50 таких документов. Отдельные – потребуют коренной переработки. Нам необходимо разработать и ряд новых нормативных документов. Например, Правила рациональной переработки минеральных ресурсов при их переработке.

Требуют серьезной корректировки Методические указания по организации государственного надзора за использованием и охраной недр и геолого-маркшейдерского контроля (1988 г.) Мы должны завершить разработку МУ по надзору за переработкой минерального сырья. И конечно же, срочно надо отработать Методические указания по участию органов Госгортехнадзора России в Государственной системе лицензирования пользования недрами.

Нашей общей с вами задачей является дальнейшая работа по организации надзора за переработкой минерального сырья. У нас были, да пока и есть, трудности по укомплектованию соответствующего отдела.

Но все же проделана определенная работа. На краткосрочных курсах мы обучили 15 человек, Институт ВИМС по нашему заданию второй год работает над методикой оценки рационального использования минерального сырья в цепочке «рудник – обогатительная фабрика», подготовлен проект Методики, чему здесь будет посвящено специальное выступление. Освоение надзора за переработкой минерального сырья должно вестись по известному принципу «от простого к сложному».

По мере накопления опыта должны решаться более серьезные задачи и расширяться область надзора. Мы должны все, наконец, понять, что только совместный контроль добычи и переработки является наиболее эффективным надзором за рациональным использованием и охраной недр. Руководителям округов необходимо принять меры по укомплектованию штатных единиц по контролю за переработкой.

Касаясь работы наших органов на местах, хотелось бы, прежде всего, сказать: мы не должны утратить, растерять сложившуюся систему, методы и формы надзора за использованием и охраной недр.

Как уже отмечалось в докладе, практически все функции этого вида надзора остались за нами. Наша с вами задача обеспечить его эффективность в новых правовых, хозяйственных и социально-экономических условиях. Мы

должны принимать все меры к тому, чтобы недра России рационально использовались во благо ее народов.

Представляется весьма сомнительной затея организовать контроль за использованием и охраной недр силами государственного геологического контроля.

Особо следует остановиться на участии органов Госгортехнадзора в лицензировании права пользования недрами.

Вообще на всех этапах разработки закона «О недрах» и Положения о лицензировании Комитет настойчиво проводил идею, что после (или на основании) лицензии должен выдаваться горноотводный акт. Это было бы наиболее правильным решением. Кстати, чего не поняли в центре, поняли на местах, и в ряде регионов администрации сошлись на том, что после выдачи лицензии округа должны выдавать горные отводы (Пермская область, Хабаровский край и др.).

Но и в схеме закона и Положения предоставление недр в пользование есть широкое поле деятельности для органов Госгортехнадзора. С нами должны согласовываться условия лицензирования и границы горного отвода, и к этому надо подходить не формально, а так же как и к выдаче горноотводного акта. Следует не допускать упрощенного подхода к определению границ горного отвода (о чем к нам поступают сведения) и при рассмотрении материалов лицензирования, как правило, применять пункт 13.1 Положения.

Само собой разумеется, что работы, ведущиеся по лицензии, не согласованной с органами Госгортехнадзора, должны запрещаться.

Из порядка пользования недрами, предусмотренного пунктом 13.1 Положения, вытекает очень важный момент – проект использования недр (проект разработки месторождения) владелец лицензии обязан согласовывать с органами горного надзора. Тем более, как там записано, проведение работ, связанных с использованием недрами, досогласование проекта запрещается. В этом проекте должен быть и проект горного отвода, т. е. доказано: или горный отвод остается в прежних границах, или границы его уточняются.

Безусловно, мы должны рассматривать и согласовывать планы развития горных работ: и требования при этом остаются прежними,

в них не должна допускаться выборочная разработка, должны нормироваться потери и разубоживание.

Руководствуясь личными амбициями, разработчики закона «О недрах» не предусмотрели в нем нормирование потерь и разубоживания, недопущение сверхнормативных потерь. Но жизнь отрезвляет многих, и когда стали формировать положение о взимании платежей за пользование недрами, сразу вспомнили о нормировании потерь.

Вы получили письма «О временном порядке взимания платежей за право пользования недрами и отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы» тремя подписями (В. В. Гусева, И. П. Молчанова и М. П. Васильчука). При разработке этого документа потребовалось сформулировать пункт 9, и Геолком уже не возражал против него.

Здесь особо следует подчеркнуть, что органам Госгортехнадзора России в этом документе придана новая и очень интересная функция: правильности исчисления сумм платежей за недра.

Добиваясь такого права, Комитет имел в виду, что наши органы должны проверять прежде всего исходные данные, то есть правильность определения потерь, в том числе и сверхнормативных и объемов добычного сырья! В этой связи необходимо усилить контроль за учетом добычного сырья, методами определения потерь по выемочным единицам. И конечно, работать в контакте с налоговой службой.

При работе над вопросом о порядке взимания платежей еще более выпуклой стала нелепость отсутствия в законе «О недрах» даже упоминания о необходимости списания запасов. Ведь из платежей должны исключаться не подтвердившиеся, например, запасы. Здесь механизм один – списание. Кстати, без механизма списания нет эффективного механизма оценки достоверности запасов, поставленных на баланс. Это кое-кому выгодно. Нами уже подготовлено письмо в Правительство России с просьбой, чтобы действующий механизм списания запасов с учета предприятий остался прежним. Именно действующими нормативными документами по списанию запасов мы должны руководствоваться в работе.

Касаясь выдачи разрешений на застройку площадей залегания полезных ископаемых,

функция контроля стала теперь совместной с органами управления государственным фондом недр. Думаю, что пока эта работа должна вестись нами, как и велась. Нам представляется, что роль этого органа при выдаче разрешений на застройку будет адекватна роли геологических организаций, которые выдавали данные об отсутствии полезных ископаемых в недрах под участком предстоящей застройки. Жизнь покажет.

В какой период времени мы сейчас работаем, вы прекрасно знаете. Он накладывает свою специфику на нашу работу.

Прежде всего, скажу о тех трудностях, которые мы теперь испытываем в работе. Комитет не имеет права законодательной инициативы (конечно же, не только наш Комитет). Вносить проект закона нужно или через правительство, или через депутатов. И то и другое не так просто.

Правительство РФ, занятое экономической реформой, не всегда внимательно нас выслушивает и привлекает к разработке принимаемых решений.

Ликвидируются, объединяются, реорганизуются министерства горнодобывающих отраслей промышленности. В связи с этим мы как бы утрачиваем партнеров в решении тех или иных задач, не можем выступать единым фронтом. Это, например, очень ярко проявилось при разработке и принятии закона РФ «О недрах».

Кроме того, даже оставшиеся структуры от бывших министерств утратили многие функции и слабо, а порой и вовсе не влияют на предприятия отрасли. Да и самостоятельность предприятий растет постоянно. Идет децентрализация законодательной и исполнительной власти. Многие вопросы теперь независимо от центра России решаются на местах.

В этой связи смещается и центр тяжести нашей работы к округам. Например, все республики в составе России разрабатывали и утверждали закон «О недрах». В этой работе принимали (или должны принимать) участие наши округа.

А многие из них (!) добились большего, чем мы здесь в Центре.

В свое время мы написали всем письмо и просили установить контакты в работе с администрациями регионов. Многие округа провели эту работу успешно, они пользуются авторитетом у этой власти. Но мы бы просили большего: надо всем нам устанавливать связь с депутатами РФ. Информировать их и, если так можно выразиться, «обращать в свою веру». Сегодня в депутатском корпусе РФ сильно лобби геологов. Горняков же мало, и те молчат. А если мы среди депутатов не будем иметь своих сторонников, мы не проведем ни одного своего закона, ни одной своей идеи. Поймите меня правильно, я говорю не об интересах Госгортехнадзора как ведомства, я говорю об интересах горнодобывающей промышленности, государственных интересах, которые могут обеспечиваться во многом грамотными законами.

Надо широко использовать печать. Журнал «БТ в промышленности» на нас жалуется.

В своем докладе мною, безусловно, только в малой мере затронуты вопросы, которые нам надлежит рассмотреть на семинаре. Следовало бы еще сказать о контакте в работе с Геолкомом России, Минэкологии России и другими контролирующими органами. Об указах Президента по реорганизации правительственных органов, о работе с новыми нарождающимися формами предпринимательской деятельности и т. д.

Требуют решения и вопросы заработной платы. Как их будет решать Правительство, не знаю, но нам надо думать о том, чтобы зарплата нашего работника зависела от его конкретного вклада. Сегодня предложения наших отдельных работников дают подконтрольному предприятию немалую выгоду. Но инспектор остается не вознагражденным. В условиях рыночной экономики так быть не должно.

Мы, может быть и медленно, но будем работать над решением этого вопроса.

Зимич Владимир Степанович, Президент Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России», в 1992 году – начальник управления по надзору за охраной недр и геолого-маркшейдерскому контролю Госгортехнадзора России

Zimich Vladimir Stepanovich, President of the All-Russian Public Organization "Union of Mine Surveying of Russia", in 1992 – Head of the Department for Supervision of Mineral Protection and Geological Surveying Control of the Gosgortekhnadzor of Russia

РОСТЕХНАДЗОР ОТВЕЧАЕТ

Вопрос: Возможна ли работа главным маркшейдером предприятия по совместительству, то есть неполный рабочий день или неполный месяц? Если это допускается, то на основании какого нормативного документа?

Ответ: Согласно статье 60.1 Трудового кодекса Российской Федерации работник имеет право заключать договоры о выполнении в свободное от основной работы время другой регулярной оплачиваемой работы у того же работодателя (внутреннее совместительство) и (или) у другого работодателя (внешнее совместительство).

Согласно части 2 статьи 3 Федерального закона от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» лицензия предоставляется юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям в установленном порядке.

Лицензионные требования и условия к соискателю лицензии (лицензиата) при осуществлении деятельности по производству маркшейдерских работ определены пунктом 4 Положения о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2012 года № 257 (далее – Положение).

В соответствии с подпунктом «а» пункта 4 указанного Положения лицензионным требованием при осуществлении деятельности по производству маркшейдерских работ является наличие в штате юридического лица — соискателя лицензии (лицензиата) работника, имеющего высшее профессиональное образование по специальности «маркшейдерское дело».

С учетом изложенного соответствующими требованиям пункта 4 «а» Положения являются условия, когда работник осуществляет свою деятельность по совместительству (внутреннее или внешнее) согласно штатному расписанию.

Вопрос: В будущем с мужем планируем открыть свое дело и получить лицензию на производство маркшейдерских работ. Какие именно требования к образованию предъявляются для получения данной лицензии? У мужа есть высшее образование (горный инженер). Достаточно ли получить среднее образование по специальности «маркшейдер» или нужно пройти

профессиональную переподготовку, или необходимо получить второе высшее образование по данной специальности?

Ответ: Лицензионные требования и условия при производстве маркшейдерских работ определены Положением о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2012 г. № 257 (далее – Положение).

В целях получения лицензии на производство маркшейдерских работ требованием подпункта «а» пункта 4 Положения установлено наличие в штате юридического лица работника, имеющего высшее профессиональное образование по специальности «маркшейдерское дело» (высшее профессиональное образование и прошедшие профессиональную переподготовку с получением квалификации по указанной специальности), аттестованного в области промышленной безопасности маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ и имеющего стаж работы в области осуществления лицензируемой деятельности не менее 3 лет. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 (зарегистрирован в Минюсте Российской Федерации 20.08.2013 № 29444), требованиями пункта 12 которого установлен срок освоения программ профессиональной переподготовки не менее 250 часов.

Иных требований законодательством Российской Федерации не установлено.

Вопрос: Я являюсь соискателем лицензии на производство маркшейдерских работ. Нужно ли проходить положенную аттестацию раз в три года по промышленной безопасности и охране недр, если в данный момент я заканчиваю академию и хватит ли для этого справки из учебного заведения?

Ответ: Согласно пункту 1 части пятой статьи 24 Закона Российской Федерации «О недрах» основными требованиями по обеспечению безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, являются допуск к работам лиц, имеющих специальную подготовку и квалификацию, а к руководству горными работами – лиц,

имеющих соответствующее специальное образование.

Лицензионные требования и условия при производстве маркшейдерских работ определены Положением о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 28.03.2012 г. № 257 (далее – Положение).

Требованием подпункта «а» пункта 4 Положения установлено наличие в штате юридического лица работника, аттестованного в области промышленной безопасности (маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ (Б.6Л)). В соответствии с требованиями пункта 3 Положения об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденного приказом Ростехнадзора от 29.01.2007 № 37 (ред. от 29.11.2018), зарегистрированным Минюстом России 22.03.2007 № 9133, аттестация специалистов организаций проводится в объеме, соответствующем должностным обязанностям, которые определены должностной инструкцией, не реже одного раза в пять лет.

Таким образом для получения лицензии специалист, выполняющий маркшейдерские работы должен быть аттестован в области промышленной безопасности (маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ (Б.6.1)).

Вопрос: Требуется ли разрабатывать Проект производства маркшейдерских работ для предприятий, не являющихся ОПО, ведущих разработку общераспространенных ПИ, площади месторождений которых не превышают 100 га и маркшейдерское обслуживание которых осуществляется на договорной основе предприятием имеющим соответствующую лицензию и на основании «Инструкции по производству маркшейдерских работ» РД 07-603-03, «Инструкции по маркшейдерскому учету объемов горных работ при добыче полезных ископаемых открытым способом» РД 07-604-03?

Ответ: Пунктом 5 «е» Положения о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 28 марта 2012 г. № 257 (далее – Положение), уста-

новлено, что производство маркшейдерских работ осуществляется в соответствии с согласованной в установленном порядке проектной документацией на производство маркшейдерских работ, а также с соблюдением требований по проведению маркшейдерских работ, вне зависимости осуществляется маркшейдерское обеспечение организацией-недропользователем на основании лицензии на производство маркшейдерских работ или организацией-подрядчиком, имеющей такую лицензию на опасных производственных объектах или нет.

Согласно пункту 9 Положения нарушение требований пункта 5 «е» является грубым нарушением лицензионных требований и условий.

Вопрос: На предприятии имеется штат квалифицированных программистов, которые разрабатывают различные программы, в том числе и обработки маркшейдерских измерений. Кроме того, в современных маркшейдерско-геодезических приборах есть встроенные программы обработки и хранения данных. Можно ли использовать свои и встроенные в приборы программы обработки и хранения данных?

Ответ: Согласно пунктам 11, 386 Инструкции по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) обработка маркшейдерских измерений и ведение горной графической документации может выполняться с применением компьютерных технологий (специализированное программное обеспечение).

В целях реализации требований пункта 20 РД 07-603-03 указанное программное обеспечение должно иметь соответствующие свидетельства, сертификаты, лицензии и т. п., подтверждающие соответствие качественных характеристик такого программного продукта стандартам качества. Требования пункта 396 РД 07-603-03 реализуются для программных продуктов, не имеющих вышеперечисленных документов.

При производстве работ с применением средств измерений, снабженных записывающим и вычислительным устройствами, особенности хранения полевой информации могут определяться проектной документацией на производство маркшейдерских работ с учётом требований пункта 392 РД 07-603-03 в зависимости от типа и вида прибора.



ИТОГИ XVII МЕЖДУНАРОДНОГО МАРКШЕЙДЕРСКОГО КОНГРЕССА ISM

В городе Иркутск с 26 по 30 сентября 2019 года прошел XVII Международный маркшейдерский конгресс. Международный союз маркшейдеров (International Society for Mine Surveying – ISM) был создан в 1969 году и в текущем году празднует свое 50-летие. В состав ISM входит 43 страны.

Мероприятие впервые прошло в России (ранее VII маркшейдерский конгресс принимал СССР в 1988 году в Ленинграде) и собрало специалистов и профессионалов маркшейдерского, геодезического и горного профиля со всего мира. Организатором мероприятия стал Международный союз маркшейдеров, а хозяином конгресса 2019 – Иркутский Национальный Исследовательский университет (ИРНИТУ).

Интерес к конгрессу проявили около 500 человек, из них 150 – иностранные специалисты. В конгрессе приняли участие специалисты крупнейших российских и зарубежных предприятий, таких как: Алроса, Газпром, Рос-

нефть, Новатэк, Лукойл, Полюс Золото, УГМК, Норникель и др. Широко были представлены представители ведущих профильных учебных заведений России и всего мира. Площадка предоставила возможность для маркшейдеров и геодезистов различных предприятий поделиться опытом, обсудить имеющиеся проблемы, приобрести новых партнеров и друзей. Всего было заслушано 48 докладов по следующим тематикам:

- технологии разработки месторождений полезных ископаемых;
- прогноз и мониторинг геомеханических и геодинамических процессов, сопровождающих разработку месторождений подземным способом и строительство подземных сооружений;
- прогноз и мониторинг геомеханических и геодинамических процессов, сопровождающих разработку месторождений открытым способом;
- маркшейдерско-геодезическое обеспечение разработки месторождений углеводородов;
- промышленная безопасность, охрана природных ресурсов и окружающей среды;
- геоинформационные технологии при разработке месторождений, моделирование технологических процессов;
- экономика маркшейдерско-геодезических проектов. Новые энергетические ресурсы, их маркшейдерско-геодезическое обеспечение.

Говоря о значимости конгресса ISM в Иркутске, ректор ИРНИТУ Михаил Корняков подчеркнул, что для вуза это хорошая возможность подписать ряд соглашений с зарубежными партнерами в области подготовки кадров, реализации совместных инновационных проектов.

Во время работы конгресса была проведена выставка маркшейдерского и геодезического оборудования, где были представлены: HEXAGON, RIEGL, Carlson Software Inc., VIST





GROUP, PRIN, ООО «Байкальский горнотехнический центр», Trimble, MICROMINE, DMT GmbH & Co. KG.

Конгрессу оказали неоценимую поддержку крупные компании со всего мира, а именно:

- АЛРОСА – крупнейшая по объему добычи алмазов компания в мире, в которой сегодня трудятся многие выпускники Иркутского национального исследовательского технического университета;

- HEXAGON – международная группа компаний, один из лидеров в области разработки и внедрения информационных технологий и решений для работы с геопространственными данными. В России компания специализируется на продвижении геодезического оборудования и технологий спутниковой навигации, решений по обеспечению безопасности горных работ, лазерного сканирования и оптико-электронных измерений;

- ПГС «Предприятие Эрдэнэт», является одним из крупнейших предприятий в Азии по добыче и обогащению меди и молибдена. Основано в 1978 году в соответствии с межправительственным соглашением двух стран на месторождении «Эрдэнэтийн овоо»;

- RIEGL, ведущий мировой производитель инновационных технологий в области воздушного, мобильного, наземного и беспилотного лазерного сканирования для любых инженерных задач. Официальным дистрибьютором компании RIEGL в России является компания ArtGeo, которая представляет все технологии и разработки RIEGL на российском рынке.

Во время конгресса было проведено 47-е заседание президиума. На конгрессе в состав ISM были приняты Узбекистан и Киргизия.

Восстановили активное членство:

- Республика Беларусь, представитель которой стал членом президиума – Анатолий Анатольевич Рожко, главный маркшейдер ОАО «Трест Шахтоспецстрой»;

- Албания, представитель профессор Эдмонд Ходжа, президент Албанского союза маркшейдеров.

На конгрессе единогласно одобрено решение об учреждении ежегодного проведения летних маркшейдерских школ (Summer School) для талантливой молодежи маркшейдерско-геодезических специальностей. Местом проведения очередной Летней школы 2020 станет Албания.





Конгресс ISM принял решение об учреждении Всемирного дня маркшейдера, который будет проводиться во второе воскресенье октября.

Новым членом президиума ISM от России избрана Алина Кшановская, председатель организационного комитета XVII Международного маркшейдерского конгресса и ответственная за проведение первой летней школы ISM на Байкале. Членом президиума от Китая избран профессор Сюй Айгюнь, директор Школы геоматики Ляонинского технического университета, член Российской Академии Естествознания.



Почетным членом ISM избран профессор Виктор Гордеев, Уральский государственный горный университет, который достойно представлял Россию в ISM в течение многих лет. Во время закрытия Конгресса была проведена церемония передачи власти новому президенту ISM, которым стал Хуан Лэтин, заместитель руководителя Китайской угольной инженерной группы.

Следующий конгресс пройдет 19–22 октября в 2022 году в Пекине (КНР). Ближайшее заседание президиума состоится в городе Циндао, КНР, куда также приглашены коллеги со всех стран.



К 300-ЛЕТИЮ ГОРНОГО НАДЗОРА

О НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РОСТЕХНАДЗОР И ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. 300 ЛЕТ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ»

Двадцать первого августа 2019 года в Музее маркшейдерского дела на базе Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» состоялась научно-практическая конференция «Ростехнадзор и горная промышленность. 300 лет совместной работы». Конференция стала седьмой по счету, организованной при участии Межрегиональной общественной организации ветеранов государственной службы Ростехнадзора «Союз ветеранов Ростехнадзора» в рамках празднования 300-летия Ростехнадзора, горного надзора и горного законодательства России. Мероприятие прошло при финансовой поддержке ПАО «Высочайший» (GV Gold).

Участие в конференции приняли представители Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, ведущих российских предприятий горной промышленности, общественных организаций, ветераны Ростехнадзора.



Доклад Президента Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России», заслуженного шахтера Российской Федерации В. С. Зимича

В рамках мероприятия были заслушаны доклады об истории отечественной горной промышленности и государственного надзора, а также были затронуты современные аспекты взаимодействия предприятий с надзорными органами.



Доклад исполнительного директора МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора» В. В. Грицкова

В завершении конференции состоялось вручение медалей «300 лет Ростехнадзору», а также благодарностей Союза ветеранов Ростехнадзора.



Награждение начальника управления ООО УК «Полюс» М. К. Коренюка



Награждение представителя ПАО «Высочайший» (GV Gold) А. А. Быкова

К 300-ЛЕТИЮ ГОРНОГО НАДЗОРА

**О ВЫЕЗДНОМ СЕМИНАРЕ
ОБЩЕРОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ
«СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ»
«ГОРНЫЙ НАДЗОР И РАЗВИТИЕ
НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ
В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»**

3–4 сентября 2019 года в г. Когалым в рамках реализации программы мероприятий в честь 300-летия Ростехнадзора, горного надзора и горного законодательства прошел выездной семинар Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» «Горный надзор и развитие нефтегазодобычи в Западной Сибири».

Семинар прошел под руководством вице-президента ООО «Союз маркшейдеров России» В. В. Грицкова при участии специалистов маркшейдерской службы ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь».

На семинаре обсуждались вопросы повышения уровня рационального и безопасного недропользования при добыче углеводород-

ного сырья, особенности правоприменительной практики в отношении новых требований по планированию горных работ и оформлению горноотводной документации.

В рамках семинара за высокие производственные показатели, активную общественную деятельность награды Союза ветеранов Ростехнадзора были вручены ряду специалистов ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь». Также наградой была отмечена деятельность директора Когалымского краеведческого музея И. И. Куклиной за достижения в популяризации горного дела.

Результаты семинара были обсуждены на пресс-конференции с участием телекомпании «Инфосервис».



УНИКАЛЬНЫЙ АЛМАЗ «300 ЛЕТ ГОРНОМУ И ПРОМЫШЛЕННОМУ НАДЗОРУ РОССИИ»

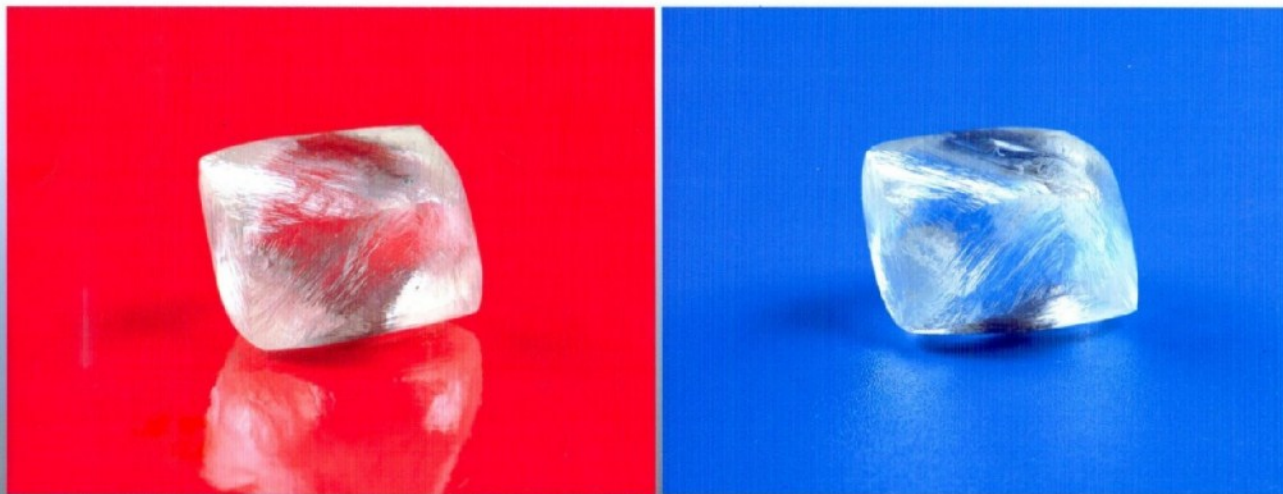
23 декабря 2019 года Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору будет отмечать 300-летие горного и промышленного надзора в России.

В рамках реализации мероприятий, посвященных этой знаменательной дате, в соответствии с приказом АК «АЛРОСА» (ПАО) №01/38-П от 15 февраля 2019 алмазу ювелирного качества, добытому из трубки «Юбилейная» Айхальского ГОКа 23.01.2019, весом 60.44 карата присвоено наименование «300 лет горному и промышленному надзору России». Кристалл переходной формы октаэдр-ромбододекаэдр со сноповидно-заноистой штриховкой. Кристалл прозрачный с желтоватым оттенком.



Факту извлечения алмаза присвоено наименование
«300 лет горному и промышленному надзору России».

Алмаз весом 60,44 карат добыт 23 января 2019 года
на фабрике № 14 Айхальского ГОКа месторождение Юбилейная.



Для справки. Кимберлитовая трубка Юбилейная – самое крупное по площади коренное месторождение алмазов Западной Якутии: поверхность его рудного тела простирается на 56 га. Месторождение находится на 14 км северо-западнее поселка Айхал, на 66 км юго-западнее города Удачный.

Трубка была открыта в 1975 году, а начала обрабатываться открытым способом в 1986-м. Действующий проект отработки открытым способом предусматривает глубину карьера 720 м от поверхности земли. Планируется, что этой отметки карьер достигнет в 2034 году. Сейчас глубина достигает 470 м.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ГИРОСКОПИИ

Часть 5

Рассмотрено историческое наследие в области маркшейдерских гироскопических средств измерений. Дан анализ процесса совершенствования конструкций отечественных маркшейдерских взрывобезопасных торсионных гироскопов. Отмечена роль сотрудничества ВНИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ) с Государственным Всесоюзным топографо-маркшейдерским трестом (Союзмаркштрест) в решении задачи внедрения технологии гироскопического ориентирования в маркшейдерскую практику.

Ключевые слова: гироскопическое ориентирование; маркшейдерские гироскопы; совершенствование конструкций; организация производства; внедрение в практику.

V. I. Gleizer

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF DOMESTIC SURVEYING GYROSCOPY

Part 5

The historical legacy in the field of surveying gyroscopic measuring instruments is considered. The analysis of the improving process of the design of domestic surveying explosion-proof torsion gyrocompasses is given. The role of cooperation of the All-Union Research Institute of Mining Geomechanics and Mine Surveying (VNIMI) with the State All-Union Topographic Surveying Trust (Soyuzmarkshtrest) in solving the problem of introducing gyroscopic orientation technology in the surveying practice is noted.

Keywords: gyroscopic orientation; surveying gyrocompasses; improvement of structures; organization of production; implementation in practice.

Продолжение. Начало в номерах: 2 (123) 2018, с. 26–31, 3 (124) 2018, с. 36–41, 4 (125) 2018, с. 39–44 и 1 (128) 2019, с. 28–33.

Летом 1968 года были проведены контрольные заводские испытания двух опытных образцов маркшейдерского гироскопа МВТ2 (рис. 1). Целью испытаний была проверка готовности опытных образцов к предъявлению на государственные испытания. Акт о результатах испытаний был подписан председателем комиссии начальником лаборатории гироскопических приборов В. Н. Лавровым и членами комиссии ст. инженером испытателем ОЭЗ ВНИМИ В. И. Дарченко, ст. преподавателем кафедры маркшейдерского дела Ленинградского горного института К. М. Лебедевым, ст. научным сотрудником ВНИМИ Ю. С. Луковатым и ст. инженером-конструктором ОТК ОЭЗ Н. П. Яковлевой. Акт был утвержден 19 июня 1968 года директором ОЭЗ ВНИМИ А. В. Зин-

голем. Государственные испытания гироскопов МВТ2 проводились в Донецком бассейне с 26 июня по 8 июля 1968 года на шахте Игнатъевская треста Куйбышевуголь. Каждым гироскопом было проведено по шесть независимых ориентировок в шахте одной и той же стороны, ранее ориентированной через два ствола и гироскопическим способом гироскопом М-3. В состав межведомственной комиссии, утвержденной министерством угольной промышленности СССР, наряду с представителями ВНИМИ, вошли: профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой маркшейдерского дела Донецкого политехнического института Д. Н. Оглоблин, главный маркшейдер Министерства угольной промышленности УССР Г. Т. Шишков, главный маркшейдер комбината Донецкуголь Ф. М. Маевский, главный маркшейдер треста Куйбышевуголь комбината Донецкуголь В. Н. Шевченко, главный маркшейдер

шахты Ново-Центральная треста Куйбышевуголь, старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела Ленинградского горного института К. М. Лебедев, аспирант кафедры маркшейдерского дела Донецкого политехнического института В. К. Музыкантов, начальник сектора ВНИИМ им. Д. И. Менделеева Н. Н. Клишевич.

Поскольку результаты исследований и конструкторских работ, направленных на создание маркшейдерского гирокомпаса МВТ2, имели огромное значение для активного продвижения технологии гироскопического ориентирования в маркшейдерскую практику, приведем содержание постановления Ученого совета Всесоюзного научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела, принятого по докладу кандидата технических наук В. Н. Лаврова «Разработка малогабаритного маркшейдерского гирокомпаса во взрывобезопасном исполнении» и определившего дальнейшее направление развития отечественного маркшейдерского гироскопического приборостроения. Постановление было принято 17 декабря 1968 года. Вот его содержание [1]:

1. Считать работу выполненной в соответствии с тематическим планом и методикой работ.

2. Отметить, что в результате проведения в 1964–1968 годах научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ разработан взрывобезопасный маркшейдерский гирокомпас МВТ2 для построения подземных опорных сетей. Гирокомпас МВТ2 может быть использован также для ориентирования и контроля подземной съемки.

Гирокомпас МВТ2 успешно прошел государственные испытания, признан межведомственной комиссией наиболее совершенным из применяемых в настоящее время отечественных и зарубежных гирокомпасов и рекомендован к широкому внедрению в практику угольной промышленности.

Внедрение гирокомпасов МВТ2 приведет к коренному изменению методики и техники построения подземных опорных маркшейдерских сетей, повысит их точность и надежность и даст существенный экономический эффект.

3. Рекомендовать освоение серийного производства гирокомпасов МВТ2 на опытно-

экспериментальном заводе ВНИМИ. Дополнительно к изготовленным в 1968 году восьми опытными образцами изготовить в 1969 году партию в количестве 10 штук.

4. Считать необходимым продолжить дальнейшие исследования по созданию маркшейдерских гирокомпасов, и прежде всего в направлении разработки гироприставки для повседневных маркшейдерских работ, а также исследования возможности применения в горном деле других перспективных гироскопических схем.

Постановление подписали Председатель Ученого совета доктор технических наук профессор А. Н. Омельченко и ученый секретарь кандидат технических наук В. И. Мячиков.

Таким образом, конец 60-х и начало 70-х годов прошлого века – это начало нового этапа в развитии маркшейдерского приборостроения. Этот этап можно считать значимым не только для ВНИМИ и маркшейдерской прикладной науки. Если рассматривать достигнутый результат в более широком смысле, то он важен и для гироскопии в целом: линейка гирокомпасов пополнилась новым самостоятельным классом приборов.

Освоение серийного производства гирокомпаса МВТ2 на ОЭЗ ВНИМИ связано с тем, что в распоряжении Министерства угольной промышленности СССР не было приборостроительного завода, а другие министерства и ведомства не проявили интереса к производству маркшейдерской техники. Поэтому потребовалась специальная разработка технической и эксплуатационной документации применительно к серийному производству новой модели гирокомпаса (чертежей, технических условий на изготовление и приемку, инструкций по юстировке, руководства по эксплуатации и др.). Кроме того, было необходимо создание дополнительного технологического оборудования, позволяющего повысить производительность техпроцесса, не ухудшая при этом, а скорее улучшая метрологические и технические характеристики производимой продукции. Так, было создано технологическое приспособление для сборки многоленточного торсионного подвеса, создан стенд с переносными катушками Гельмгольца для использования их при контрольных заводских испытаниях [2] и в здании ВНИМИ, на цокольном

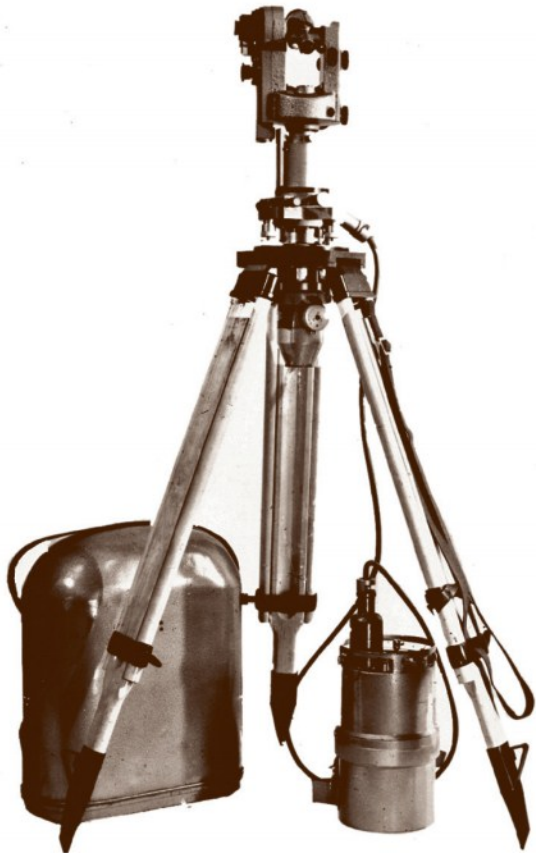


Рис.1. Общий вид опытного образца гирокомпаса MBT2

этаже подготовлен специализированный полигон для проведения заводских испытаний гирокомпаса. Дополнительно была оборудована термокамера, предназначенная для испытаний прибора при повышенной температуре [1]. В процессе серийного производства гирокомпаса MBT2 каждый прибор проходил заводские приемочные испытания, которые проводили работники ОТК завода совместно с представителями лаборатории гироскопических приборов ВНИМИ. Применительно к серийному производству были разработаны методические указания по поверке гирокомпаса MBT2 и его модификаций, устанавливающие методы и средства его поверки на всех стадиях выпуска и в условиях эксплуатации, практические рекомендации, описывающие методику и необходимую аппаратуру для проверки качества магнитных экранов и точности гирокомпаса в магнитном поле при заводских контрольных испытаниях. Контрольные заводские испытания проводились по специально разработанной программе, включающей 22 пуска гирокомпаса при различных внешних условиях. Перечислим их [1, 2].

1. При нормальных температурах и разных допустимых начальных отклонениях главной оси гирокомпаса от плоскости меридиана.

2. При предельных температурах окружающей среды (-10° и $+40^{\circ}$ С).

3. При воздействии внешнего магнитного поля по наиболее неблагоприятным по степени влияния на точность прибора направлениям.

Оценка метрологических характеристик приборов осуществлялась по результатам интегральной обработки выполненных измерений. Заводские испытания включали также проверку устойчивости конструкции прибора к воздействию транспортной тряски.

Необходимо отметить, что гирокомпас MBT2 – это первый маркшейдерский гирокомпас, который разрабатывался в исполнении «РВ», т. е. рудничном, взрывобезопасном. Взрывобезопасность обеспечивалась конструкцией оболочек гироблока, токоподвода, блока питания и подсветки, а также системой блокировок, защитных стекол и др.

На стадии государственных испытаний испытательным центром МакНИИ были проведены испытания на взрывозащищенность опытных образцов гирокомпаса MBT2.

Испытания показали, что прибор MBT2 соответствует правилам изготовления взрывозащищенного рудничного электрооборудования, работающего в шахтах, опасных по газу и пыли. Опытный завод ВНИМИ получил документ, разрешающий выпуск взрывобезопасного гирокомпаса MBT2, а Госгортехнадзор РСФСР выдал свидетельство на право применения переносного гирокомпаса в шахтах.

С 1968 года опытный завод ВНИМИ выпускал ежегодно от 8 до 15 гирокомпасов.

Всего до конца 1980-х годов было выпущено около 130 приборов. Ими были оснащены угольные бассейны Донбасса, Кузбасса, Караганды, Урала, Востока, Средней Азии, рудные бассейны, калийные рудники, Государственный Всесоюзный топографо-маркшейдерский трест (Союзмаркштрест), учебные институты, спецорганизации. Приборы были также поставлены по экспорту в Польшу и Чехословакию. Прибор экспонировался на выставке достижений народного хозяйства (ВДНХ). На фото (рис. 2) – награжденные медалями ВДНХ сотрудники ВНИМИ, принимавшие участие в создании гирокомпаса MBT2.

Процесс передачи приборов для эксплуатации на предприятиях был продуман и тщательно организован. При готовности оче-

редной партии гирокомпасов, после завершения заводских испытаний и приемки ОТК на базе лаборатории гироскопических приборов ВНИМИ, проводились обучающие курсы для производителей, которым предстояло получать новую технику. Такая организация передачи гирокомпасов в эксплуатацию обеспечивала успешное внедрение новой технологии на шахтах страны. Следует отметить, что результаты контрольных серий измерений, выполняемых при заводских приемочных испытаниях, документировались и хранились в лаборатории и в процессе эксплуатации можно было отследить историю каждого прибора. Этим обеспечивались и образцовая методическая поддержка производителей в процессе эксплуатации гирокомпасов, и «обратная связь» – получение практической информации, очень важной для дальнейшего совершенствования приборов.

Большую роль в освоении техники и технологии гироскопического ориентирования сыграл Союзмаркштрест. Начало деятельности этой организации относят к 1930 году [3]. Все периоды деятельности Союзмаркштреста отличались неразрывной связью маркшейдерской науки с производством. Большинство научных разработок приборов и технологий ВНИМИ испытывались и внедрялись в подразделениях Союзмаркштреста. Практически каждая модель маркшейдерского гирокомпаса, разработанная в стенах лаборатории ВНИМИ, получила «путевку в жизнь» после опытной эксплуатации в экспедициях Союз-

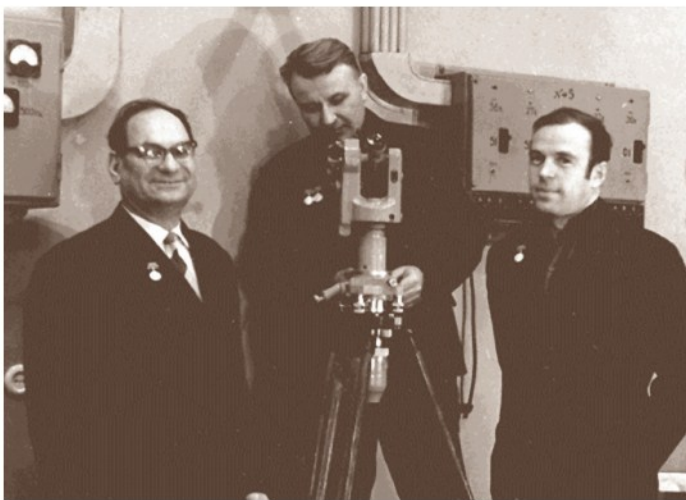


Рис. 2. И. Б. Житомирский, А. И. Кононов и Ю. С. Луковатый в лаборатории гироскопических приборов ВНИМИ (конец 1960-х годов) после награждения медалями ВДНХ

маркштреста. Передача плановых координат в шахту, т. е. центрирование и ориентирование подземной опорной маркшейдерской сети до 1950 года осуществлялось геометрическим способом. С начала 1950-х годов Союзмаркштрест принял самое непосредственное участие в испытаниях, а затем во внедрении маркшейдерских гирокомпасов, разрабатываемых ВНИМИ, уже начиная с первых моделей М1, М2, М3 и МУГ2 с жидкостным подвесом и центрированием ЧЭ на шпале (1951–1956 гг.). В 1961–1969 годах Союзмаркштрест внедрял более совершенные и производительные модели приборов – это МВ2 и МВ2М. В дальнейшем, с 1969 года, в практической деятельности Союзмаркштреста стали применяться гирокомпасы МТ1 и МВТ2, которые вытеснили все ранее разработанные и еще находящиеся к тому времени в эксплуатации гирокомпасы. С 1973 года наряду с гирокомпасом МВТ2 стал применяться разработанный позже гирокомпас МВТ4, а с 1979 года в распоряжение предприятия стали поступать гиروبуссоли МВБ4 и другие новые разработки ВНИМИ, о которых речь пойдет в дальнейшем. Однако основным прибором для ориентирования опорных маркшейдерских сетей в Союзмаркштресте остался гирокомпас МВТ2.

Согласно опубликованным данным [3], характеризующим объем производственных работ Союзмаркштреста по гироскопическому ориентированию, к 1970 году за 19 лет было произведено свыше 2 тысяч гироскопических ориентировок, а за 10 лет (1975–1985 гг.) их произвели свыше 10 тысяч.

Прошли годы. Сменилось несколько поколений маркшейдеров. Претерпел изменения ВНИМИ, нет сегодня предприятия «Союзмаркштрест». Однако остались накопленные знания и опыт, и по-прежнему востребована в горнодобывающей и других отраслях технология гироскопического ориентирования. В этой связи важно вспомнить работавших в разные годы специалистов треста, чей вклад в развитие рассматриваемой прогрессивной технологии весьма существенен. Борис Иванович Никифоров, работавший в 301-й экспедиции Союзмаркштреста с 1932 по 1935 год начальником партии, с 1935 по 1937 год главным инженером, в дальнейшем доктор технических наук, профессор, явился вдох-

новителем создания во ВНИМИ лаборатории гироскопических приборов, стал лауреатом Государственной премии за создание первого отечественного маркшейдерского гирокомпаса, был руководителем ряда диссертационных работ по тематике лаборатории. Горный инженер Житомирский Израиль Борисович, работавший в тресте с 1954 по 1957 год, перешел на работу во ВНИМИ, участвовал в разработке многих моделей гирокомпасов, автор многих научных статей в области маркшейдерской гироскопии, одну из которых хочется отметить особо – это статья, опубликованная в сборнике трудов ВНИМИ (Сборник XXXIX) 1960 года «Движение оси маркшейдерского гирокомпаса при переменном кинетическом моменте».

В том же 1960 году И. Б. Житомирский под руководством Б. И. Никифорова защитил кандидатскую диссертацию «Исследование новых конструкций маркшейдерских гирокомпасов». В последующие годы И. Б. Житомирский возглавил отдел приборостроения ВНИМИ. Комаров Юрий Петрович, работавший в той же 301-й экспедиции маркшейдером с 1968 по 1972 год, начальником партии в 1972–1975 годах, в 1982 году становится главным маркшейдером Союзмаркштреста и в этой должности работает до 1992 года. Опытный практик, все годы работы в тресте тесно взаимодействовал с лабораторией гироскопических приборов ВНИМИ, активно применял гирокомпасы в маркшейдерской практике. Став главным маркшейдером треста, Юрий Петрович продолжал заботиться об оснащении своей организации новыми гироскопическими приборами ВНИМИ.

Нельзя не упомянуть руководителя Союзмаркштреста в 1974–1986 годах Валентина Алексеевича Смирнова, начальника опытно-исследовательской лаборатории треста Владимира Николаевича Баландина и его заместителя Бориса Ивановича Зарубина, известных специалистов Союзмаркштреста, поддержка которых для ВНИМИ имела большое значение. В 1974 году в состав лаборатории гироскопических приборов был принят Лавров Александр Владимирович, ранее работавший в Союзмаркштресте, где приобрел важный практический опыт маркшейдера, а в лаборатории принял участие в разработке

одной из новых моделей гирокомпаса, получившей название «гиробуссоль».

В конце 1989 года 301-я экспедиция была упразднена и объединена с Северным топографо-маркшейдерским предприятием «Северомаркшейдерия», а с начала 1994 года предприятие «Северомаркшейдерия» было преобразовано в государственное предприятие – Северо-Западный регионально производственный центр геоинформации и маркшейдерии – центр «Севзапгеоинформ» [3]. Несмотря на отмеченные организационные преобразования, сотрудничество института ВНИМИ и производственного предприятия продолжалось. В 2003 году специалистами, имеющими опыт работы в «Союзмарштресте» и на предприятии «Севзапгеоинформ», было основано новое предприятие ООО «Независимая маркшейдерская компания» (Генеральный директор Аркадий Леонидович Селезнев, главный инженер Александр Васильевич Матраков). Это предприятие осуществляет свою деятельность до настоящего времени и выполняет большой объем маркшейдерских работ в различных регионах России и за ее пределами [4], в том числе работы по гироскопическому ориентированию, используя гирокомпасы МВТ2 и МВГ-1. В среднем специалисты компании производят 60–70 ориентировок в год.

Ведя речь о взаимодействии ВНИМИ с предприятием «Союзмаркштрест», нельзя не отметить и работу с экспедициями, расположенными в более дальних регионах, например, в городах Челябинск (Урал) и Кемерово (Кузбасс), где технология гироскопического ориентирования была тоже успешно внедрена в производство. Так, многие годы, вначале в составе экспедиции № 308, а затем на предприятии ФГУП «Уралмаркшейдерия» выполняет маркшейдерские работы с использованием гирокомпасов разработки ВНИМИ нынешний руководитель филиала предприятия в г. Копейск Георгий Иванович Шулешко. С 1985 года по настоящее время Георгием Ивановичем выполнены ориентировки сторон на предприятиях практически всего горного Урала и Средней Азии и, конечно же, при строительстве метро в г. Челябинске.

В экспедиции № 305 «Союзмаркштреста» (г. Кемерово) начинал свою производствен-

ную деятельность маркшейдер Борис Иванович Филипчук. В 1979 году он становится начальником партии, а в 1992 году переходит в «Бюро специальных маркшейдерских работ» при объединении «Южкузбассуголь» (г. Новокузнецк). Борис Иванович освоил практически все модели отечественных взрывобезопасных торсионных гирокомпасов, причем не только как пользователь. В определенной степени он освоил и сервисное обслуживание гирокомпасов, что следует признать важным, если учитывать расстояние между Новокузнецком и Санкт-Петербургом. На его счету 285 гиросторон подземной маркшейдерской съемки, выполненной за период с 1979 по 2018 год (рис. 3).

В результате взаимодействия разработчиков отечественных гирокомпасов с маркшейдерами Урала и Кузбасса появилась реальная возможность продлить срок службы разработанным в 70–90-х годах прошлого века приборам, что оказалось необходимым в настоящее время ввиду отсутствия производства новых отечественных разработок.

Касаясь темы технического обслуживания маркшейдерских гироскопических приборов, невольно вспоминаем старшего научного сотрудника Донецкого филиала ВНИМИ (УкрНИМИ) Владимира Ильича Хвостикова. В Маркшейдерском вестнике № 2 за 2018 год была опубликована статья Л. С. Назарова и А. В. Рыженко «Владимир Ильич Хвостиков, маркшейдер, изобретатель» [5]. Статья посвящена памяти этого замечательного человека, с которым автору данной статьи довелось работать и многократно общаться, и поскольку Владимир Ильич имел прямое отношение к рассматриваемой тематике, хочется дополнить материал статьи Л. С. Назарова и А. В. Рыженко своими воспоминаниями. Работая в УкрНИМИ, Владимир Ильич много раз бывал в лаборатории гироскопических приборов головного института в Ленинграде. Здесь он стажировался с целью освоения разработок лаборатории. В Донецком филиале он создал свою лабораторию, в которой наладил процесс технического обслуживания и ремонта маркшейдерских гирокомпасов в своем регионе.

Сотрудники ВНИМИ, находясь в служебных командировках в Донбассе, всегда с интересом посещали лабораторию-мастерскую



Рис. 3. Филипчук Б. И. с гирокомпасом MBT2 на шахте Полосухинская, г. Новокузнецк (2018 г.)

Владимира Ильича. Его охотно снабжали запчастями для ремонта гирокомпасов, а он, в свою очередь, обеспечивал сервисную поддержку на территории Донбасса важной для отрасли перспективной технологии, кроме того, при необходимости принимал участие в испытаниях новых моделей гирокомпасов. Неистощимый запас идей, природное чувство юмора и доброе отношение к людям всегда притягивали к нему коллег. Заведующий лабораторией В. Н. Лавров, как и все, симпатизировал ему и неоднократно предлагал подумать о диссертационной работе, но Владимир Ильич весь был в практических задачах, делился все новыми и новыми идеями и проектами, а до защиты дело так и не дошло. Воспоминания об этом человеке, который был известен всему Донбассу, вызывают искреннюю добрую улыбку.

На организации серийного производства гирокомпаса MBT2 процесс развития приборной базы нового направления в технологии маркшейдерских работ не остановился.

Скорее, наоборот, он стал более интенсивным и разнообразным. С одной стороны, продолжался процесс совершенствования гирокомпаса MBT2, например, улучшения технических характеристик угломерной части за счет использования теодолита 2Т5 вместо теодолита ОТШ, доработки блока питания с целью увеличения длительности работы прибора без перезаряда аккумуляторной батареи и т. п. С другой стороны, последовали разработки новых моделей, направленные на существенное улучшение технических

характеристик маркшейдерских гирокомпасов, причем многие технические и конструкторские решения были выполнены на уровне изобретений. Вместе с тем нельзя не признать, что гирокомпас МВТ2 сыграл

огромную роль в отечественной маркшейдерии, и с его разработки начался новый этап развития маркшейдерских гироскопических приборов, который будет рассмотрен в дальнейших публикациях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разработка малогабаритного маркшейдерского гирокомпаса во взрывобезопасном исполнении // Научно-технический отчет по теме XIII-I. Фонды ВНИМИ. Ленинград, 1968.
2. Глейзер В. И. История развития отечественной маркшейдерской гироскопии. Ч. 4 // Маркшейдерский вестник. 2019. № 1. С. 28–33.
3. История Союзмаркштреста и его подразделений / под ред. В. Ф. Игнатьева. – Челябинск: ООО «Полиграф – Мастер», 2008. 346 с.
4. URL: <http://nmk.spb.ru/about/> (дата обращения: 21.08.2019)
5. Назаров Л. С., Рыженко В. И. Владимир Ильич Хвостиков, маркшейдер, изобретатель // Маркшейдерский вестник. 2018. № 2. С. 32–35.

REFERENCES

1. The development of the small-sized surveying gyrocompass in explosion-proof performance. Scientific and technical report on the topic of the XIII-I. Foundations of VNIMI. Leningrad, 1968.
2. Gleyzer V. I. The history of the development of domestic surveying gyroscopy. P. 4. *Mine surveying bulletin*. 2019. № 1. pp. 28–33.
3. The History of Soyuzmarkshtrest and its divisions. Ed. V. F. Ignatiev. Chelyabinsk: LLC «Polygraph – Master», 2008. 346 p.
4. URL: <http://nmk.spb.ru/about/> (the date of addressing the website: 21.08.2019)
5. Nazarov L. S., Ryzhenko A. V. Vladimir Ilyich Khositkov, surveyor, inventor. *Mine surveying bulletin*. 2018. № 2. pp. 32–35.

Глейзер Валерий Иосифович, д-р техн. наук, заместитель генерального директора ООО «Геодезические приборы», заведующий кафедрой геоинформационных технологий Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, e-mail: office@geopribori.ru

Gleizer Valery Iosifovich, Dr. tech. sciences, Deputy General Director LLC «Geodesicheskiye pribory», head of the Department of geoinformation technologies of St. Petersburg state agrarian University, e-mail: office@geopribori.ru

Серия «Библиотека горного инженера»



ИСТОРИЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА В ДОКУМЕНТАХ XVI–XX вв.

Составитель В. В. Грицков

История маркшейдерского дела в документах XVI–XX вв. / сост. В. В. Грицков. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2019. – 336 с. : ил. – (Библиотека горного инженера. Т. 17: История горного дела. Кн. 7).

Книга содержит материалы, посвященные истории развития отечественной маркшейдерии начиная с XVI в. Освещены разные стороны маркшейдерского дела, включая методические основы производства измерений, нормативное обеспечение работ, формы их организации. Приведены выдержки из работ классиков маркшейдерского дела и ведущих специалистов в области горной истории, освещающие непростой путь становления этой одной из самых технически сложных горных профессий. Специальный раз-

дел посвящен Союзу маркшейдеров России — основной общественной организации инженерного профиля в данной сфере деятельности.

Книга предназначена для читателей, интересующихся историей горного и маркшейдерского дела.

У ИСТОКОВ РУДНИЧНОЙ МАГНИТОМЕТРИИ

Рассматривается история создания магнитометра Талена–Тиберга из собрания Нижнетагильского горно-металлургического колледжа имени Е. А. и М. Е. Черепановых, его обоснование в качестве статуса Памятника науки и техники для профильных собраний. Затронуты вопросы развития магниторазведки на Урале.

Ключевые слова: магнитометр Талена–Тиберга; магнитометрические измерения; железные руды.

N. V. Zaitseva

AT THE ORIGINS OF MINE MAGNETOMETRY

The history of creation of the Talen–Tiberg magnetometer from the collection of the NTGMK Museum, its justification as the status of a Monument of science and technology for profile collections is considered. The issues of magnetic exploration development in the Urals are touched upon.

Keywords: magnetometer Talena of Tiberge; magnetometric measurements; iron ore.

Читатель журнала «Маркшейдерский вестник», возможно, обратил внимание на ряд публикаций, посвященных уникальной коллекции музея Нижнетагильского горно-металлургического колледжа имени Е. А. и М. Е. Черепановых (НТГМК). В коллекцию входят предметы: «лежачий» компас «КОНИ», часовой круг, солнечные часы с компасом «КОНИ», астролябия «Ф. ШВАБЕ», алидада «*Kruines a Paris*», инclinатор О. Рихтера и др. В середине двадцатого столетия преподаватели специальности «Маркшейдерское дело» с гордостью демонстрировали историческое наследие студентам. Сегодня уникальные предметы имеют почетный статус «Памятник науки и техники I категории» (ПНТ, 2017–2018) и демонстрируют эволюцию развития инструментария горных геометров за XVII–XIX века. К сведению, с целью сохранения национального наследия в области науки, инженерного дела, промышленных технологий Политехническим музеем с 1992 года реализуется научная программа «Памятники науки и техники в музеях России». Работа по изучению наследия подземных геометров в музее колледжа продолжается.

Однажды, просматривая содержимое полок в шкафу фондов музея, автора привлек отблеск латуни: за теодолитом стоял непонятного назначения инструмент. Случайно обнаруженный «забытый» предмет имел любопытную маркировку – «FR. J. BERG STOCK-

HOLM». В книге учета значилось: визирное устройство. Естественным желанием было понять его применение и происхождение. Фирма-изготовитель при этом играет немаловажную роль для обоснования предмета в качестве ПНТ. Выяснилось, что данная шведская фирма производила математические и геодезические инструменты в XIX веке – ничего конкретного. Более подробная информация была получена от Н. Г. Филатова, потомка русских эмигрантов первой волны (эксперт в Париже по предметам старины, в том числе русским). Благодаря господину Филатову получены конкретные сведения. Оказалось, Франц И. Берг (Frans J. Berg) открыл свое дело – фабрику математических и геодезических инструментов в 1850 году. В Горном журнале за 1901 год упоминается механик Фр. И. Берг в Стокгольме как изготовитель инструмента [1, с. 49]. На основании Адрес-календарей (Stockholms adresskalender) можно сделать вывод, что основатель предприятия скончался в 1898 году. Управляющий фабрикой с 1899 года, наследник фирмы – К. Эрик Берг (C. Erik Berg), возможно, сын. С 1933 года предприятие – акционерное общество, директор: капитан Андерс Берг (Anders Berg, Svensk industrikalender, 1947). Таким образом, страной-изготовителем инструмента является Швеция.

Обращает внимание конструктивное сходство музейного предмета с угломером-

винкельвайзером Н. Фойгтеля, описанным В. А. Гордеевым в труде «Маркшейдерское искусство Средневековья» [2, с. 13]. Винкельвайзер (Winkelweiser) представлял собой деревянный брусок с визирками (рис. 1), который устанавливался на штатив (кол) и мог вращаться вокруг вертикальной оси. Под бруском натягивался шнур, на который подвешивался компас. Винкельвайзер с помощью визорок наводился на наблюдаемый предмет и по компасу считывались отсчеты.

Очевидна преемственность. Музейный предмет «FR. J. BERG STOCKHOLM» своим устройством демонстрирует прекрасный пример реализации более раннего технического решения (рис. 2): рычаг снабжен визирными диоптрами с приспособлениями для направляющего шнура на последующую точку-сигнал. Прибор закреплен на втулке, имеющей два установочных винта, и приспособлен для установки на кол или штатив в процессе центрирования компаса над маркшейдерской точкой. Круглый уровень позволяет установить плоскость прибора в строго горизонтальное положение. Следует отметить особенность: коллимационная плоскость (вертикальная плоскость, в которой находятся оси диоптров) корректируется зажимным и микрометрическим винтами для более точного визирования на точку. Кроме того, данный инструмент снабжен повероч-

ными винтами ряда конструктивных узлов для контроля взаимно перпендикулярного расположения осей. Заложена достаточно высокая точность измерений.

Обнаруженная позднее фотография «нашего» прибора (рис. 3) указала на ошибочные представления о предназначении инструмента в качестве угломера, что побудило к дальнейшим поискам. Многие источники периодической печати XIX – начала XX века стали доступны для изучения в результате их оцифровки. Таким образом, были просмотрены абсолютно все номера Горного журнала, начиная с первого выпуска 1825 года. В журнале за 1901 год заинтересовала статья Ф. Дальблома «О магнитных рудных месторождениях и их разведке путем магнитных измерений» [1], в которой излагался опыт по магнитометрическим изысканиям. К сожалению, в электронном варианте отсутствовали чертежи.

В библиотеке Нижнетагильского музея-заповедника «Горнозаводской Урал», наконец, был найден нужный журнал с чертежом (рис. 4). Так, цепочка последовательных действий привела к открытию: фонды музея колледжа обладают неполным комплектом исторического комбинированного магнитометра Талена-Тиберга, сыгравшего важную роль для становления магнитного метода разведки месторождений полезных ископаемых.

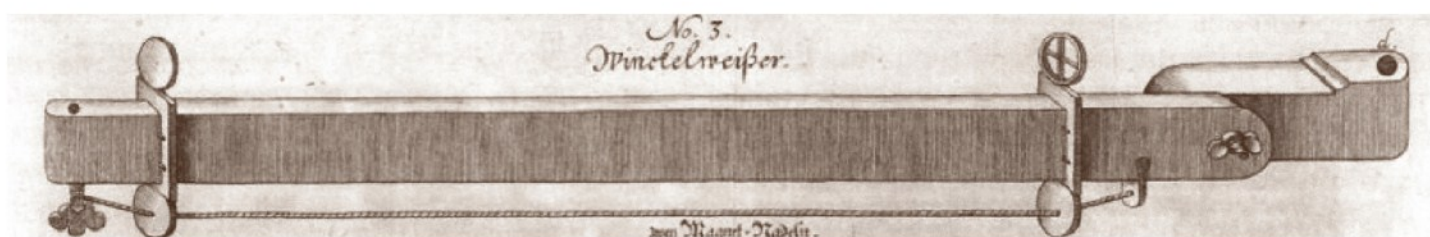


Рис. 1. Винкельвайзер. Н. Фойгтель, 1686. В. А. Гордеев. 2015



Рис. 2. Музейный предмет «FR. J. BERG STOCKHOLM» НТГМК. ИК-1358



Рис. 3. Магнитометр Талена-Тиберга

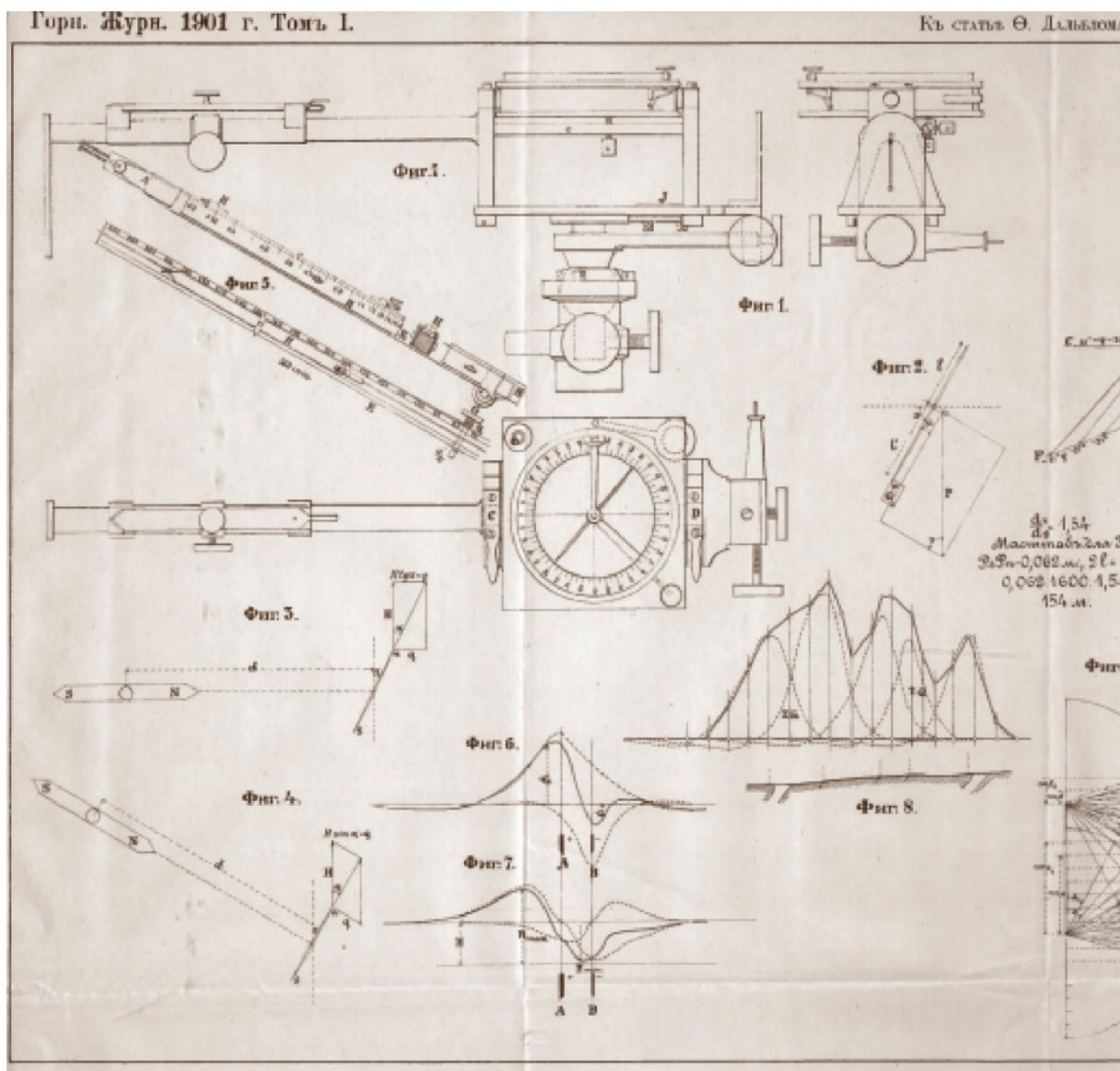


Рис. 4. Фрагмент чертежа к статье Ф. Дальблома (Горный журнал. 1901. № 1)

Для поисков железных руд успешно применялись различные варианты рудничных компасов. В XVII веке берграт (генеральский чин V класса, бригадир) Даниэль Тилас изобрел «шведский горный компас». В отличие от немецкого магнитная стрелка «удобоподвижна по всем направлениям, горизонтальным и вертикальным» [3, с. 180]. У шведского компаса нет лимба, разделенного на градусы. На внутренней поверхности цилиндрической коробки нарезан горизонтальный круг на одной высоте с точкой опоры стрелки. Относительно этого круга определялось наклонение магнитной стрелки. К внутренней стороне компасной коробки прикреплена вертикальная дуга, разделенная на градусы, как у буссолей наклонения, благодаря чему и производились приблизительно верные измерения.

Один из основоположников магнитной разведки шведский физик, профессор Роберт Тален (Tobias Robert Thalen, 1827–1905) посчитал, что обнаружить магнитную аномалию не-

достаточно, и предложил собственный способ изучения рудных залежей. Своими исследованиями Р. Тален положил начало применению магнитометрии «в качестве вспомогательной науки к горному делу». Суть предлагаемого метода изложил в обобщающем труде «Исследование местностей на месторождения железных руд посредством магнитных измерений» (1877, свободный перевод профессора Г. А. Тиме): «...статья не имеет целью вытеснить рудничный компас из его употребления при отыскании железных руд, так как в этом отношении инструмент, без сомнения, весьма полезен. Напротив того, мы будем для сокращения этой статьи предполагать, что приблизительное положение рудных залежей уже определено и что остается только узнать, в каком именно месте находится главное скопление рудной массы, на какой глубине лежит центр этой массы, какое притяжение имеет она и тому подобное... будем надеяться достигнуть желаемой цели... получить воз-

можно более сведений на счет положения и характера рудных месторождений, прежде чем приступить к дорогостоящим детальным разведочным работам» [3, с. 182–183].

Предложенный Р. Таленом инструмент подобен устройствам Вреде, Вебера или теодолиту Ламонта. Магнитометр Талена состоял из компасной коробки, лимб которой разделялся на градусы. Перпендикулярно к диаметру, проходящему через 0°, в горизонтальной плоскости шла рукоятка, заменяющая диоптры для провешивания линий. На ней находился неподвижный магнит, продольная ось которого параллельна рукоятке. Расстояние от него до магнитной стрелки всегда постоянно. С другой стороны компасной коробки находилась втулка, в которую вставлялся латунный стержень. На стержень накладывался стальной магнит. Магнит отклонения находился в одной плоскости со стрелкой. Инструмент устанавливался на штативе, имел уровень и винты для приведения его в горизонтальное положение, вращался вокруг вертикальной оси. Горизонтальное напряжение измерялось отклонением магнитной стрелки, вызванной наложенным магнитом. Вертикальное – «свободной железной полоской, после того как она вложена в свою гильзу, и в ней индуцируется магнетизм, благодаря земному и рудному магнетизму» [1, с. 30–31; 3, с. 185–186, 264]. В заключение статьи Р. Тален «открыто заявляет»: «...полезно было бы подвергнуть Гороблагодатский горный округ на Урале тщательному и подробному магнитному исследованию... сведущим и добросовестным маркшейдером».

Позднее Ф. Дальблом [1] указывает на недостаток инструмента Р. Талена: «...мало применим к измерению вертикальной силы», так как именно вертикальное напряжение раскрывает в лучшей степени положение рудных тел, а также приводит описание простого инструмента, имеющего «громаднейшее» практическое значение при определении этой величины – инклинатор Э. Тиберга (E. Tieberg).

Инклинатор Тиберга (магнитные весы) предназначался только для определения вертикальной слагающей магнитной силы. Особенности устройства инструмента заключались в определенном положении магнитной стрелки: подвешена не в центре тяжести,

центр тяжести размещен ниже средней линии оси, толщина стрелки неравномерная. Она «...несколько толще со стороны, которая, при горизонтальном положении компасной коробки, направлена на запад». При производстве наблюдений компасную коробку можно было подвешивать или ставить на мензулу.

От соединения двух инструментов: магнитометра Талена и инклинатора Тиберга – произошел комбинированный магнитометр. «Различие между Таленовским и комбинированным магнитометрами заключается просто в том, что в последнем обыкновенно употребляющаяся компасная коробка заменена инклинатором Тиберга», – писал Ф. Дальблом. Позднее он усовершенствовал магнитометр. Его основной элемент – снабженная уровнем буссоль, которая имела сквозную (закрепляемую между двумя подпятниками) ось и благодаря этому могла устанавливаться как в горизонтальном, так и вертикальном положениях. Буссоль размещалась на шине с окулярным и предметным диоптрами для внешней ориентации прибора и салазками, на которых в случае надобности помещался отклоняющий магнит. Еще одна шина, носящая название шины Дальблома, образовывала с основной шиной угол в 30° и также несла на себе салазки для установки отклоняющего магнита [4, с. 42].

Таким образом, выяснилось, что в магнитометре из фондов музея отсутствует съемная часть – компасная коробка или инклинатор – основной элемент. Часть комплекта, на которую прикрепляется инклинатор, назовем ее подставкой, имеет достаточно сложную техническую конструкцию. Вполне возможно, идея устройства подставки заимствована, как уже отмечалось выше, с винкельвайзера. Безусловно, магнитометр Талена–Тиберга является ярким примером приема комбинирования известных инструментов в изобретательской деятельности инженеров, отражающим возникновение и начало новой отрасли науки и техники. Это первый прибор, позволявший производить измерения как в режиме магнитного теодолита, так и в режиме инклинатора. В нашей стране в 1930-е годы ленинградский завод «Геологоразведка» освоил выпуск первого отечественного магнитометра М-2, который в течение двух десятилетий оставался

основным полевым инструментом советских геофизиков (рис. 5). Он представлял собой вариант вертикальных весов Шмидта. Очевидно, шведский магнитометр Талена-Тиберга заслуживает присвоения статуса Памятника науки и техники (ПНТ).

Исследование музейного предмета логически подвело к попыткам изучения его бытования, принадлежности физическому лицу, а также необходимости рассмотреть вопросы развития магнитометрических работ на Урале. Известно, что первые «магнетические» измерения в России принадлежат Г. Александру фон Гумбольдту (1798–1859). Министр финансов того времени, выражая Высочайшую волю своего Монарха, писал знаменитому немецкому естествоиспытателю Г. А. фон Гумбольдту: *«и так сему для наук и для России важному предприятию ничто более не препятствует...»* [5, с. 230]. В путешествии по России Гумбольдта сопровождали натуралист Христиан Готфрид Эренберг и минералог Густав Розе. Начав свое путешествие 8 мая 1829 года (ст. стиль) из



Рис. 5 Внешний вид магнитометра М-2.
Государственный каталог музейного фонда РФ.
Политехнический музей. № 5606157

Санкт-Петербурга, в Тагил исследователи прибыли 15 июня. В Нижнем Тагиле Гумбольдта и его свиту сопровождал талантливый инженер Фотий Ильич Швецов – выпускник Выйского училища (историческим преемником которого является колледж) только что вернувшийся из Европы, где пробыл около восьми лет, и потому владевший многими европейскими языками. Путешественники осмотрели металлургические процессы Демидовских заводов, спускались в Медный рудник, исследовали золотоплатиновые россыпи. После чего отбыли на Кушвинский завод, где произвели магнетические измерения на горе Благодать. Подобные измерения во время путешествия были произведены Г. ф. Гумбольдтом на Южном Урале в Кыштыме, а также в Санкт-Петербурге. Добавим, считается, что именно Гумбольдт повлиял на освобождение Ф. И. Швецова от крепостной зависимости.

Упомянутая выше статья Ф. Дальблома о магнитометре вышла в переводе на русского горного инженера Барбота де Марни (1868–1939). Евгений Николаевич Барбот де Марни в 1889–1890 годах провел на Урале основательную разноплановую разведку качканарских руд и осуществил первую геофизическую съемку, исполнив, таким образом, пожелание Р. Талена. Е. Н. Барбот де Марни первым в России использовал прибор Талена-Тиберга для магнитометрических исследований и применил магнитометрическую съемку (1899) [6].

К началу XX века из всех геофизических методов наиболее разработанным была магнитометрия. Идеальными объектами для ее развития и совершенствования стали уральские месторождения магнитного железняка. Именно на Урале, как констатировалось в отчете Геолкома за 1918 год, «магнитометрическая разведка в широком масштабе, для съемки площадей в несколько десятков квадратных верст, впервые в России была поставлена в 1914 году в Нижнетагильском горном округе под руководством профессора Баумана». Магнитометрические изыскания дали для промышленности богатый практический результат. В течение четырех лет профессору Петербургского Горного института Владимиру Ивановичу Бауману (1867–1923) удалось так усовершенствовать этот метод «применительно к русским условиям», что при разведке

месторождений магнитного железняка он давал «те же данные, какие получают из обычных разведок шурфами, канавами и скважинами. По быстроте же и дешевизне магнитная съемка превосходила все другие способы разведки». Зимой 1917 года Бауман теоретически решил важнейшую для разведки месторождений задачу определения по магнитным аномалиям объема залежи или оценки ее запасов [7].

Этим событиям предшествовало решение Департамента Горных Дел освоить шведский опыт изыскания магнитных руд. Для этой цели в 1908 году в Швецию был направлен профессор В. И. Бауман, которому, по свидетельству И. М. Бахурина, «...принадлежит честь практического внедрения магнитометрии в России». Следует подчеркнуть, что Бауман не ограничился применением шведских технологий, подвергнув их самостоятельной переработке. Он предложил простые и изящные методы обработки наблюдений, основанные на нормировании измеренных элементов на величину горизонтальной составляющей нормального геомагнитного поля и пришел к заключению, что предел точности наиболее популярного в то время прибора Талена-Тиберга составляет 0,05 от принятой нормы [4, с. 48].

В. И. Бауман внес большой вклад в развитие магниторазведки: им разработаны, как отмечалось, основы полевой методики работ, обработки полевых наблюдений и приемы вычисления элементов залегания тел простейших форм, а кроме того, он впервые ввел курс магнитометрии в Горном институте. Труды В. И. Баумана легли в основу дальнейших изысканий в Нижнетагильском горном округе. В 1920–1930-е годы геологическую службу Высокотурского железного рудника треста «Востокруда» возглавлял приехавший из Ленинграда инженер В. И. Станкевич (рис. 6). Владислав Ипполитович Станкевич был человеком увлеченным, геологом, как говорят, «от бога».

Он был прекрасно образован, знал несколько иностранных языков. И вместе с тем это был очень скромный человек, неутомимый труженик. По воспоминаниям современников, он пользовался большим авторитетом и в Тагиле, и в Свердловске, и в Ленинграде, и среди американских специалистов – аме-



Рис. 6. В. И. Станкевич. 1930 год

риканская фирма «Оглбей-Нортон» (Oglbey-Norton) участвовала в совместном проекте по открытой разработке месторождения.

В 1920-е годы Станкевич создал геофизический отряд, который занимался магнитными съемками рудных месторождений и рудопроявлений в прогнозных целях и, конечно, для разведки. Было организовано несколько партий, работавших в округе Тагила. Съемка проводилась инструментами Талена-Тиберга и «Морским котелком». К слову, «Котелок» сконструирован на основе чувствительного и точного корабельного компаса. Специальный визир позволял определить направление на солнце. Горизонтальная и вертикальная составляющие магнитного поля определялись по отклонению картушки под действием постоянного магнита, укрепляемого на специальной рейке возле котелка. Горизонтальная – по отклонению от меридиана всей картушки, вертикальная – по отклонению специальных магнитиков, могущих поворачиваться в картушке на вертикальной оси. Отряды работали почти круглый год. В. И. Станкевич принимал личное участие в съемках.

На основании большого объема геологоразведочных и съемочных работ В. И. Станкевич произвел первый подсчет запасов руд горы Высокой. В 1928 году Станкевич осуществил подсчет запасов коренных руд Лебяжинского месторождения. Кстати, разведочные работы на этом месторождении, несмотря на более чем 200-летнюю эксплуатацию, развернулись только после съемки В. И. Баумана и детализации В. И. Станкевича. Станкевич решает во-

просы обогащения руд и усреднения рудной массы. В 1932 году пересчитывает запасы по Западно-Ревдинскому участку горы Высокой, составляет обзор «Марганцевые месторождения Урала и перспективы их использования». Это был плод многолетних изысканий, а также тщательного изучения материалов Геологического комитета, работ А. Ю. Серка, Е. С. Федорова, А. Н. Заварицкого, В. В. Никитина и др. В обзоре дана генетическая классификация месторождений, оценка промышленного использования каждого типа. Анализируя запасы марганца на Урале, Станкевич пришел к выводу, что за счет внутренних запасов Тагило-Кушвинский район существовать не может, необходимо развивать разведочные работы в Надеждинском, Троицко-Байнакско-Орском, Бисертском, Халиловском, Богословском районе, на Марсятском и В. Масловском месторождениях.

Работа В. И. Станкевича прервалась в 1937 году. Его репрессировали как врага народа, приговорив Военной Коллегией Верховного Суда СССР ВМН к расстрелу. Приговор был приведен в исполнение в том же году в Свердловске. Дополнительной проверкой по делу в 1957 году установлено, что Станкевича осудили необоснованно; материалы дела были фальсифицированы. Станкевич реабилитирован полностью посмертно. Реабилитировала его и та огромная работа, которую он так добросовестно, не жалея сил, выполнял на пользу своей страны [8].

В. И. Станкевич широко пользовался материалами магнитной съемки В. И. Баумана и

внедрял геофизические методы для разведки месторождений и эксплуатационных нужд. Одновременно с основной деятельностью Владислав Ипполитович преподавал курсы «Минералогии» и «Полезных ископаемых» в Нижнетагильском горно-металлургическом техникуме. Поэтому, возвращаясь к основной теме, можно предположить, что магнитометр Талена-Тиберга использовался В. И. Станкевичем в качестве учебного пособия. В настоящее время появилась возможность рассказывать студентам о магнитометре как о музейном экспонате с удивительной историей. Автор надеется вызвать у молодых людей интерес и стремление к научно-исследовательской исторической работе, что, в свою очередь, будет способствовать формированию творческой, инициативной личности студента.

В заключение отметим, что проделана большая работа по сбору информации и доказательств значимости магнитометра, но существенная утрата (съемная часть) не позволила присвоить ему статус ПНТ. Отсутствие комплектующей инструмента побуждает к новому поиску основной его части – инклинометра. Владелец подобного магнитометра в полной комплектности может первым представить свой экземпляр в Экспертный Совет на присвоение статуса ПНТ, воспользовавшись готовым обоснованием его значения. И пусть проведенное музеем НТГМК исследование будет бескорыстным даром профильным организациям, владеющим коллекциями исторических инструментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Dalblom T.* Gisements de fer magnetique et leur exploration au moyen de l'aiguille aimantee, 1898. (Рус. пер. с нем.: Дальблом Ф. О магнитных рудных месторождениях и их разведке путем магнитных измерений // Горный журнал. 1901. Т. 1. № 1. С. 18–60).
2. *Гордеев В. А.* Маркшейдерское искусство Средневековья // Маркшейдерский вестник. 2015. № 4. С. 11–14.
3. *Thalen R.* Sur la recherche des mines de fer l'aide des mesuren magnetiques // Nova acta Regiae societatis scientiarum. Ser. III. Upsala, 1877. (Рус. пер.: Тален Р. Исследование местностей на месторождениях железных руд посредством магнитных измерений // Горный журнал. 1883. Т. 1. № 2. С. 179–264).

4. *Гордин В. М.* Очерки по истории геомагнитных измерений. М.: ИФЗ РАН, 2004. 162 с.
5. О путешествии Г.Ф. Гумбольдта по России // Горный журнал. 1830. № 5. С. 229–263.
6. *Барбот де Марни, Евгений Николаевич.* URL: ru.wikipedia.org/wiki/Барбот_де_Марни,_Евгений_Николаевич (дата обращения: 03.09.2019).
7. *Филатов В. В.* История геофизических исследований на Урале в XVIII – начале XX в. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/istoriya-geofizicheskikh-issledovaniy-na-urale-v-xviii-nachale-xx-v> (дата обращения: 19.06.2019).
8. *Богданова О. Н.* История геологических исследований г. Высокой и других месторождений района Нижнего Тагила: век XX. URL: http://historyntagil.ru/kraeved/tk_16_04.htm (дата обращения: 02.09.2019).

REFERENCES

1. Dalbloom T. Gisements de fer magnetique et leur exploration au moyen de l'aiguille aimantee, 1898. (Russian. per. s nem.: Dahlblom F. Magnetic ore deposits and their exploration by magnetic measurements. *Mining journal*. 1901. Vol. 1. N. 1. pp. 18–60).
2. Gordeev V. A. surveying art of the middle Ages. *Surveying Bulletin*. 2015. N. 4. pp. 11–14.
3. Thalen R. Sur la recherche des mines de fer l'aide des mesuren magnetiques. *Nova acta Regiae societatis scientiarum*. Ser. III. Upsala, 1877. (Russian. lane: thalan river Study areas on the iron ore deposits by magnetic measurements. *Mining journal*. 1883. Vol. 1. N. 2. pp. 179–264).
4. Gordin V. M. *Essays on the history of geomagnetic measurements*. Moscow: IFZ RAS, 2004. 162 p.
5. On the journey, G. f. Humboldt in Russia. *Mining journal*. 1830. N. 5. pp. 229–263.
6. *Barbot de Marnie, Evgeny Nikolaevich*. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Барбот_де_Марни,_Евгений_Николаевич (date accessed: 03.09.2019).
7. Filatov V. V. *History of geophysical research in the Urals in XVIII – beginning of XX century*. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/istoriya-geofizicheskikh-issledovaniy-na-urale-v-xviii-nachale-xx-v (date accessed: 19.06.2019).
8. Bogdanova O. N. *History of geological studies of the High and other fields in the area of Nizhniy Tagil: the twentieth century*. URL: http://historyntagil.ru/kraeved/tk_16_04.htm (date accessed: 02.09.2019).

Зайцева Надежда Васильевна, зав. музеем истории НТГМК, тел. +7 (3435) 215-592, доб. 136, e-mail: ntgmk-300-let@mail.ru
Zaitseva Nadezhda Vasilyevna, head of the Museum of history NTGMK, tel. +7 (3435) 215-592, extension 136, e-mail: ntgmk-300-let@mail.ru

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 2019-2020 годах

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.

График проведения курсов повышения квалификации в 2019–2020 годах (72 часа)

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
18.11.2019-27.11.2019 10.02.2020-19.02.2020 16.04.2020-24.04.2020* 18.05.2020-27.05.2020** 14.09.2020-23.09.2020*** 19.10.2020-28.10.2020** 16.11.2020-25.11.2020	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
18.05.2020-27.05.2020** 14.09.2020-23.09.2020*** 19.10.2020-28.10.2020****	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
18.05.2020-27.05.2020** 14.09.2020-23.09.2020*** 19.10.2020-28.10.2020****	«Геология»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
18.05.2020-27.05.2020** 14.09.2020-23.09.2020*** 19.10.2020-28.10.2020****	«Землеустройство и земельный кадастр»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
18.05.2020-27.05.2020** 14.09.2020-23.09.2020*** 19.10.2020-28.10.2020****	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

* – курсы повышения квалификации проводятся в г. Москве. Слушатели курсов примут участие в работе семинара «Практические вопросы составления планов развития горных работ и оформления горноотводной документации в соответствии с приказами Ростехнадзора № 401 от 29.09.2017 и № 461 от 01.11.2017»

** – курсы повышения квалификации проводятся в г. Кисловодске. 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 проводятся в г. Санкт-Петербурге. 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 сайтах: www.mwork.su, www.gorobr.ru, по e-mail: info@gorobr.ru; gorobr@inbox.ru или по тел. +7 (495) 641-00-45, +7 (499) 263-15-55

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, РЕАЛИЗУЮЩЕЙ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ОРИЕНТИРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ И ПЛАНОВЫХ КООРДИНАТ В ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И СООРУЖЕНИЯ

Приведена конструкция поляриметрической установки, состоящей из трех модулей. Показано взаимодействие конструктивных элементов каждого из модулей при производстве измерений, необходимых для решения задачи ориентирования. Изложена схема обработки набранной измерительной информации для идентификации и детерминации положения плоскости поляризации лазерного излучения. Дано описание алгоритма передачи ориентирного направления и плановых координат относительно детерминированного положения этой плоскости.

Ключевые слова: лазерный излучатель; поляризатор; анализатор; плоскость поляризации; углоизмеритель; примычное направление; ориентирный угол.

V. N. Gusev, G. D. Golovin, N. Yu. Sojtu

IMPROVEMENT OF A DESIGN OF AN INSTRUMENTAL COMPLEX FOR A POLARIMETRIC WAY OF TRANSFER OF THE AZIMUTHAL DIRECTION AND COORDINATES INTO UNDERGROUND EXCAVATION AND CONSTRUCTION

The design of the polarimetric installation consisting of three modules is given. Interaction of structural elements of which these modules when perform the measurements necessary for the solution of a problem of orientation consist is shown. The scheme of data processing of measurements by polarimetric installation for identification and determination of the plane of polarization of laser radiation is stated. The description of an algorithm of transfer of the azimuthal direction and coordinates concerning this plane of polarization of laser radiation is given.

Keywords: laser radiation; polarizer; analyzer; plane of polarization of laser radiation; measuring instrument of corners; adjoining direction; angle of orientation.

При строительстве транспортных и эскалаторных тоннелей, подземных станций метро, канализационных коллекторов, а также при проходке подземных горных выработок необходим доступный, надежный и точный метод передачи ориентирного направления (дирекционного угла) и плановых координат в эти подземные сооружения для решения

различных навигационных задач. Также эта задача возникает при ориентировании этажей построенных и строящихся высотных зданий. В настоящее время для реализации этой задачи используются гироскопические системы и приборы, которые характеризуются конструктивной сложностью и, следовательно, высокой стоимостью. Таким образом,

актуальной является разработка методов ориентирования, аналогичных по точности, но реализуемых на более простой приборной базе.

В качестве альтернативного метода ориентирования может быть применен поляриметрический способ. Этот способ ориентирования опирается на свойство линейно поляризованного луча занимать строго определенное положение плоскостей поляризации, которое можно использовать как опорное направление. Использование этого свойства может обеспечить точность передачи ориентирного направления, удовлетворяющую нормативным требованиям для строительства метрополитенов [1].

Для реализации данного метода была собрана экспериментальная установка [2], однако она обладала рядом недостатков. Во-первых, в ней отсутствовала встроенная возможность выставления лазерного луча в вертикальную плоскость, для его выставления использовались сторонние инструменты. Во-вторых, поскольку данная установка собиралась для лабораторных условий, крепление лазера (передатчика направления) не было приспособлено к стандартным подставкам геодезических приборов, что затрудняло его установку на реальных объектах. Ранее для решения этих проблем предполагалось использовать лазерный прибор вертикального проецирования RGK V200 или Sokkia LV1, но в них отсутствует возможность изменения яркости выходящего лазерного луча, что ограничивает возможности использования полного разрешения датчика яркости.

В результате была разработана новая измерительная установка, которая содержит три основных модуля: датчик опорного направления 40, индикатор опорного направления 41 и углоизмеритель (теодолит, электронный тахеометр) 42 (рис. 1).

Датчик опорного направления 40 содержит когерентный источник излучения (лазер), заключенный в цилиндрический корпус 1, поляризатор 2, установленный на оси излучения лазера. Цилиндрический корпус лазера 1 и поляризатор 2 помещены в корпус датчика опорного направления 3, на который сверху навинчена крышка 4. В геометрическом центре верхней плоской части крышки 4 установ-

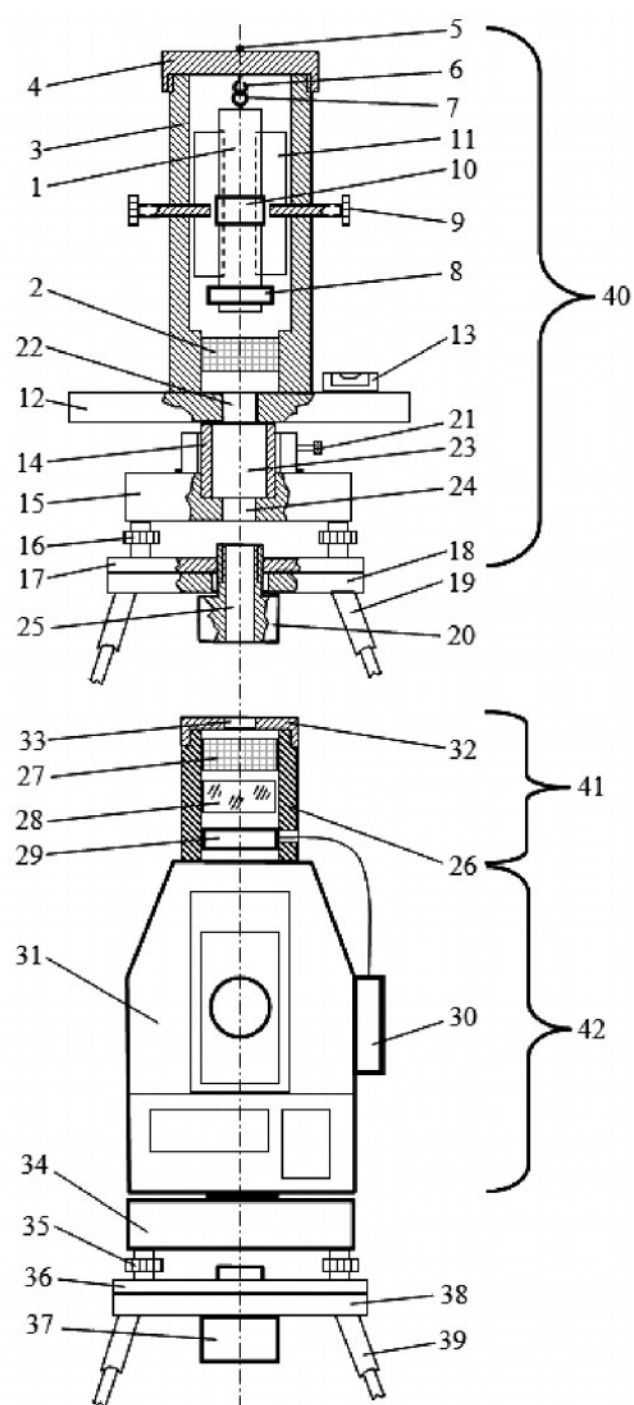


Рис. 1. Измерительная установка

лен центр 5, представляющий собой цилиндр $\varnothing 5.0$ мм и высотой 3.0 мм, на верхнем торце которого просверлено на глубину 2.0 мм глухое отверстие $\varnothing 2.0$ мм. В нижней плоской части крышки 4, в геометрическом центре, установлен крюк 6, на который подвешен цилиндрический корпус лазера 1 с помощью кольца 7, закрепленного в центре верхнего торца цилиндрического корпуса лазера 1. В противоположной (нижней) части цилиндрического корпуса лазера 1 закреплен груз 8, под воздействием которого цилиндрический корпус лазера 1, подвешенный шарнирно посредством кольца 7 к крюку 6, самоустанавливается в вертикальное положение. Для фиксации вертикального положения цилиндрического

корпуса лазера 1 и принудительного изменения его положения, с целью корректировки вертикальности, служат четыре винта 9, расположенные в корпусе датчика опорного направления 3 попарно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с возможностью взаимодействовать с цилиндрическим корпусом лазера 1. Для этого на цилиндрическом корпусе лазера выполнена кольцевая колодка 10, через которую осуществляется взаимодействие с торцами винтов 9.

В свободных от винтов 9 секторах корпуса датчика опорного направления 3 выполнены прорези 11 для визуального контроля процесса закрепления в вертикальном положении или принудительного изменения положения цилиндрического корпуса лазера 1 с помощью винтов 9. Корпус датчика опорного направления 3 жестко соединен с круглой металлической пластиной 12, на которой установлен уровень 13. Металлическая пластина 12 в нижней части имеет хвостовик 14 для соединения с подставкой 15, содержащей подъемные винты 16 и трегер 17. Последний служит для соединения подставки 15 с горизонтальной площадкой 18 штатива под датчик опорного направления 19 с помощью станového винта 20. Подставка 15 снабжена зажимным винтом 21 для фиксации датчика опорного направления 40 в определенном положении. В центре круглой металлической пластины 12 выполнено отверстие 22, в хвостовике 14 – отверстие 23, в подставке 15 – отверстие 24 и станovém винте 20 – отверстие 25. Отверстия 22, 23, 24, 25 выполнены соосно с излучением лазера 1 и служат оптическим каналом для беспрепятственного прохода луча лазера.

Индикатор опорного направления 41 содержит корпус 26, в котором на одной оси установлены анализатор 27, световой фильтр 28 и датчик яркости 29. Для записи результатов измерений датчиком яркости 29 силы поляризованного лазерного излучения служит управляющая плата 30, которая крепится к корпусу углоизмерителя (теодолиту, электронному тахеометру) 31. Кроме того, датчик яркости 29 используется для точного центрирования углоизмерителя 42 под лучом лазера. В крышке 32 корпуса индикатора опорного направления 26 соосно с отверстиями 22, 23, 24, 25 и осью вращения углоизмерителя (те-

одолита, электронного тахеометра) 42 выполнено отверстие 33 для прохода лазерного луча через анализатор 27 и световой фильтр 28 к датчику яркости 29. Индикатор опорного направления 41 крепится на корпусе углоизмерителя 31, что обеспечивает жесткую связь с алидадой углоизмерителя 42. Индикатор опорного направления 41 устанавливается с возможностью сниматься с углоизмерителя 42 и снова ставиться на то же место с помощью устройства (на чертежах не показано), обеспечивающего инвариантность его установки относительно корпуса углоизмерителя 31. Углоизмеритель (теодолит, электронный тахеометр) 42 устанавливается на стандартную подставку 34, имеющую подъемные винты 35 для горизонтирования углоизмерителя 42, и трегер 36 для соединения стандартной подставки 34, посредством стандартного станového винта 37, с горизонтальной площадкой 38 штатива под углоизмеритель 39.

Работа с измерительной установкой осуществляется следующим образом. Над устьем шахтного ствола, т. е. на поверхности, посредством станového винта 20 устанавливается и закрепляется на штативе 19 датчик опорного направления 40 (см. рис. 1), при этом цилиндрический корпус лазера 1 должен быть полностью освобожден от закрепления винтами 9. Действуя подъемными винтами 16 подставки 15, датчик опорного направления 40 горизонтируется с помощью уровня 13. Затем, открутив крышку корпуса датчика опорного направления 4, снимают цилиндрический корпус лазера 1 с крюка 6 и на него подвешивают отвес. Ставят на место крышку 4, при этом нить отвеса займет вертикальное положение. Отмечают на конце острия отвеса точку под штативом 19, соответствующую вертикальному положению нити отвеса. Действуя в обратном порядке, откручивают крышку 4, снимают отвес с крюка 6 и на него вновь подвешивают за кольцо 7 цилиндрический корпус лазера 1 и прикручивают крышку 4 к корпусу датчика опорного направления 3. При этом цилиндрический корпус лазера 1 под действием груза 8 займет вертикальное положение. Действуя четырьмя винтами 9, расположенными попарно во взаимно перпендикулярных плоскостях, фиксируют установившееся вертикальное положение ци-

линдрического корпуса лазера 1. В случае необходимости корректируется этими же винтами 9 положение луча лазера 1 до полного совпадения с отмеченной по острию отвеса точкой.

В результате лазерный луч, пройдя через поляризатор 2, сформирует неподвижную вертикальную плоскость поляризации с поверхности до ориентируемого горизонта подземной горной выработки (тоннеля). Под вертикально сформированным поляризационным лучом датчика опорного направления 40 устанавливается индикатор опорного направления 41, который жестко соединен через корпус углоизмерителя 31 с алидадой углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42. В свою очередь, углоизмеритель 42 устанавливается в стандартную подставку 34, которая с помощью трегера 36 и стандартного станкового винта 37 соединена с горизонтальной площадкой 38 штатива под углоизмеритель 39 (см. рис. 1). Используя подъемные винты 35 и уровень углоизмерителя 40, центрируют и горизонтируют индикатор опорного направления 41 так, чтобы поляризованный лазерный луч попадал в центр чувствительной части датчика яркости 29. Для привязки плоскости поляризации к лимбу горизонтального круга углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42 производят следующие действия. По углоизмерителю (теодолиту или электронному тахеометру) 42 берутся и фиксируются отсчеты по лимбу горизонтального круга при дискретных поворотах алидады и, соответствующая этим поворотам, степень освещенности датчика яркости 29 с тем же порядковым номером. Такие измерения проводятся с шагом в один градус в интервалах примерно 60 градусов вблизи минимумов яркости, поскольку в остальных областях показания будут выходить за диапазон измерения стандартных датчиков яркости. Затем производятся измерения примычного направления на последний пункт подходного хода. Для чего на этот пункт наводятся зрительной трубой углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) и берут отсчет по лимбу его горизонтального круга. Измеряют расстояние между точкой установки углоизмерителя

42 и последним пунктом подходного хода. Указанное расстояние измеряется либо лазерной рулеткой, если в качестве углоизмерителя используется теодолит, либо дальномерной системой электронного тахеометра, если он используется в качестве углоизмерителя.

Данные о замерах яркости с карты памяти управляющей платы 30 и углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42 переносят на компьютер и совмещают с порядковыми номерами замеров. В программной среде MathCAD, путем аппроксимации данных таких измерений, получают функциональную зависимость степени освещенности датчика яркости 29 от угла поворота углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42 вида $I_1 = a_1 \cdot \cos^2(\beta_1 + \Delta_1) + c_1$, график которой представлен на рис. 2. В полученной функции параметр Δ_1 характеризует разворот плоскости поляризации относительно лимба горизонтального круга углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42. Он равен углу по лимбу углоизмерителя 42 между его началом градуировки (т. е. 0°) и отсчетом, соответствующим положению ближайшего максимума яркости, однозначно определяемым по полученной функции I_1 . Параметр β_1 в полученной функции характеризует положение примычного направления относительно лимба горизонтального круга углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42, которое определяется углом по лимбу между его началом градуировки (т. е. 0°) и отсчетом, соответствующим направлению примыкания.

Если полученную аппроксимирующую функцию (рис. 2) изобразить в виде полярного графика и совместить с окружностью, представляющую лимб горизонтального круга углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42, на который нанести эти углы (Δ_1 и β_1), то получим геометрическую схему взаимного положения плоскости поляризации и примычного направления по лимбу горизонтального круга по измерениям на поверхности (рис. 3, а). После измерения примычного направления углоизмеритель (теодолит, электронный тахеометр) 42 вынимается из стандартной подставки 34 и устанавливается на последний пункт подходного

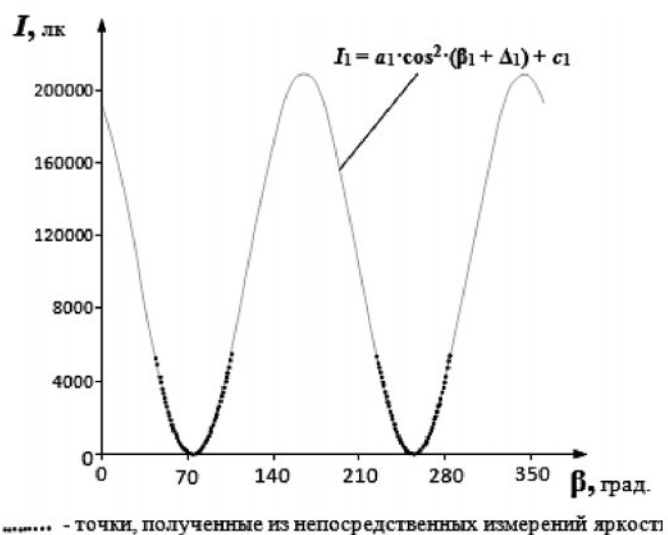


Рис. 2. Зависимость степени освещенности датчика яркости от угла поворота углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра)

хода, а под лазерный луч датчика опорного направления 40 в эту стандартную подставку 34 устанавливается марка (если используется теодолит) или призма (если используется электронный тахеометр). Марка (или призма) устанавливается на предпоследний пункт подходного хода. Измеряется горизонтальный угол между этими марками (или призмами). Из этих измерений определяют ориентирный (дирекционный) угол примычного направления. Используя этот ориентирный (дирекционный) угол и ранее измеренное расстояние между точкой установки датчика опорного направления 40 и последним (примычным)

пунктом подходного хода, вычисляют плановые координаты (x, y) лазерного луча датчика опорного направления 40, под которым на данный момент была установлена марка (или призма).

Затем углоизмеритель (теодолит, электронный тахеометр) 40, с жестко соединенным с ним индикатором опорного направления 41, переносят на горизонт подземной горной выработки и устанавливают на штативе 39 под поляризованным лазерным лучом датчика опорного направления 40, неподвижно установленного на поверхности. При этом центрирование и горизонтирование углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 40 осуществляется так же, как на поверхности, т. е. с использованием уровня при углоизмерителе, датчика яркости 29, входящего в состав индикатора опорного направления 41, и стандартной подставки 34, соединенной со штативом под углоизмерителем 39 (см. рис. 1). Измеряют примычное направление на пункт в подземной горной выработке β_2 и расстояние до него. Затем, по аналогии с поверхностью, проводят измерения по привязке плоскости поляризации лазерного луча к лимбу горизонтального круга углоизмерителя 42. Для этого по углоизмерителю (теодолиту, электронному тахеометру) 42, по аналогии с измерениями на поверхности, берутся и фиксируются отсчеты по лимбу горизонтального круга при дискретных

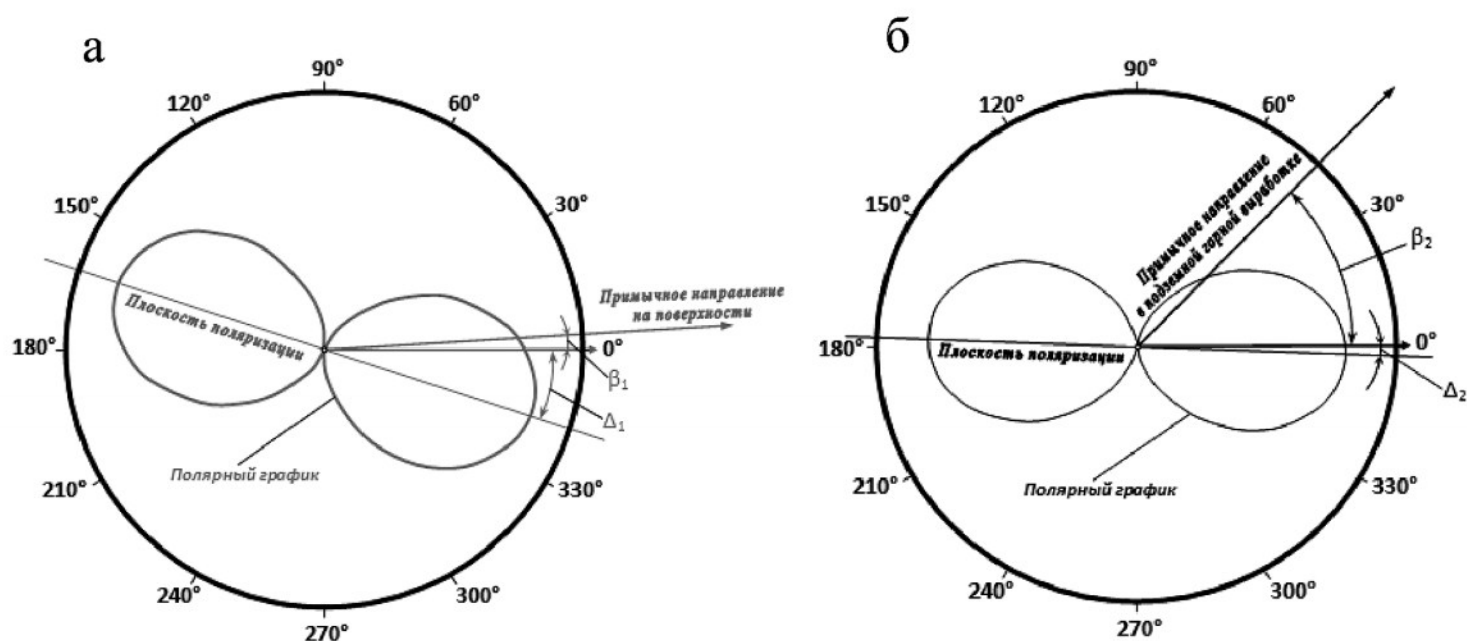


Рис. 3. Геометрическая схема взаимного положения плоскости поляризации и примычного направления по лимбу горизонтального круга теодолита (электронного тахеометра) по измерениям на поверхности (а) и на горизонте подземной горной выработки (тоннеля) (б)

поворота алидады и соответствующая этим поворотам степень освещенности по датчику яркости 29 с тем же порядковым номером. По данным таких измерений получают инвариант функциональной зависимости степени освещенности датчика яркости 29 от угла поворота углоизмерителя 42. Используя полученную зависимость, определяют угол Δ_2 , являющийся углом по лимбу углоизмерителя 42 между его началом градуировки (т. е. 0°) и отсчетом, соответствующим положению ближайшего максимума яркости, однозначно определяемым по полученной функции. Если эту функцию также представить в виде полярного графика, то получим геометрическую схему взаимного положения плоскости поляризации и примычного направления по лимбу углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42, установленного на горизонте подземной горной выработки (рис. 3, б).

Совместив геометрические схемы взаимного положения плоскости поляризации и примычных направлений, полученные на поверхности и на горизонте ориентируемой подземной горной выработки по линии плоскости поляризации (по линии максимумов яркости), получают угол между примычными направлениями на поверхности и в подземной горной выработке γ , вычисляемый по формуле $\gamma = (\Delta_2 + \beta_2) - (\Delta_1 + \beta_1)$ (рис. 4). Зная этот угол (γ) и ориентирный (дирекционный) угол примычного направления на

поверхности, определяют ориентирный (дирекционный) угол примычного направления в подземной горной выработке. Плановые координаты лазерного луча (x, y) , определенные из измерений на поверхности, в силу созданной датчиком опорного направления 40 вертикальности, будут теми же и на горизонте ориентирования подземной горной выработки. С учетом этого плановые координаты точки примыкания (x_1, y_1) определяют по ориентирному (дирекционному) углу примычного направления и измеренному расстоянию от точки установки углоизмерителя (теодолита, электронного тахеометра) 42 под лазерным лучом до точки примыкания.

После измерения примычного направления углоизмеритель (теодолит, электронный тахеометр) 42 вынимается из стандартной подставки 34 и устанавливается на точку примыкания в подземной горной выработке, а под лазерный луч датчика опорного направления 40 в освободившуюся стандартную подставку 34 устанавливается марка (или призма). Марка (или призма) также устанавливается на второй точке, заранее заложенной в подземной горной выработке. Измеряется горизонтальный угол между этими марками (или призмами). Из этих измерений и ранее полученного ориентирного (дирекционного) угла примычного направления определяют ориентирный (дирекционный) угол стороны между точкой примыкания и заранее установленной

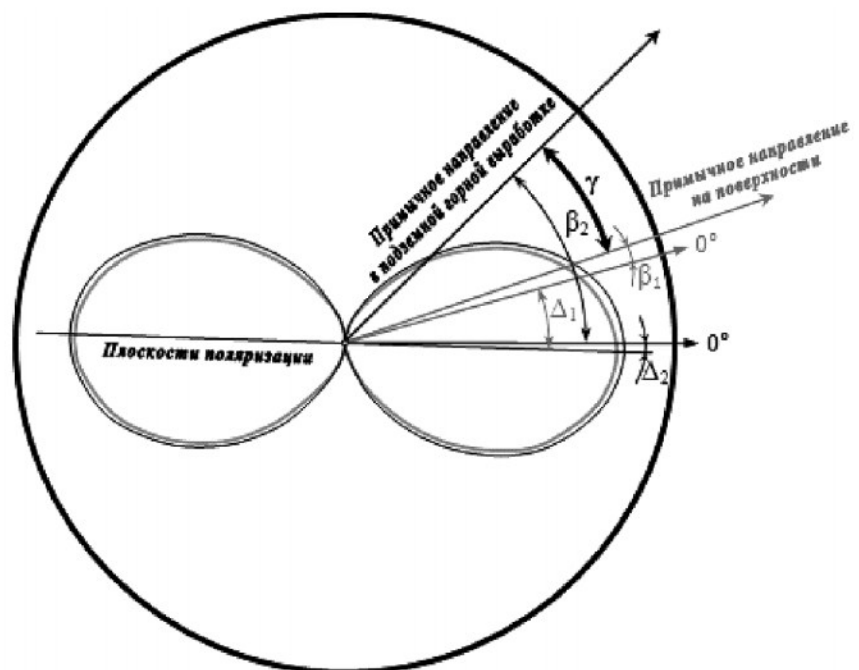


Рис. 4. Геометрическая схема взаимного положения плоскости поляризации и примычных направлений на поверхности и на горизонте ориентируемой подземной горной выработки (тоннеля)

второй точкой. Параллельно производят измерение длины этой стороны либо лазерной рулеткой, либо дальномерной системой электронного тахеометра. Отсюда получают плановые координаты (x_2, y_2) этой заранее установленной второй точки. На этом задача ориентирования (передача дирекционного угла) и центрирования (передача плановых координат) подземной горной выработки считается выполненной.

Применение роботизированного тахеометра в качестве углоизмерителя в рассмо-

тренной поляриметрической установке обеспечит полностью автоматический режим измерений и исключит влияние человеческого фактора [3]. Использование вместо аппроксимирующей функциональной зависимости (см. график на рис. 2) разложение измеренных данных в ряд Фурье позволило более точно описывать измеряемую зависимость такой математической функцией, а следовательно, более точно и надежно выделять на ее основе опорную плоскость поляризации [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей. ВСН 160–69, 1970.
2. Головин Г. Д. Описание измерительной установки для ориентирно-соединительной съемки с использованием плоскости линейно поляризованного лазерного луча // Интернаука: научный журнал. 2016. № 3 (3). Ч. 1. С. 54–55.
3. Головин Г. Д., Гусев В. Н. Автоматизация измерительных процессов при поляризационном методе ориентирно-соединительной съемки тоннелей //

Сб. статей Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии научного развития». Казань, 20 мая 2017 г.: в 5 ч. Ч. 2. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. 291 с. С. 254–256.

4. Головин Г. Д., Гусев В. Н. Модификация математической обработки для ориентирно-соединительной съемки с использованием плоскости линейно поляризованного лазерного луча // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 12 (специальный выпуск 54). 12 с.

REFERENCES

1. Instruction for geodetic and surveying works at construction of transport tunnels. ВСН 160–69, 1970.
2. Golovin G. D. The description of the device for transfer of the orient direction which uses the plane of linear polarization of a laser beam. *International science: scientific magazine*. 2016. No 3 (3). P. 1. pp. 54–55.
3. Golovin G. D., Gusev V. N. Process automation of measurements in a polarimetric method of orientation of tunnels. *The Collection of articles of the International*

scientific and practical conference «Innovative Technologies of Scientific Development». On May 20, 2017, Kazan. In 5 parts. P. 2. Ufa: AETERNA, 2017. 291 p. pp. 254–256.

4. Golovin G. D., Gusev V. N. Modification of mathematical processing of survey orientation with use of the plane of linearly polarized laser beam. *Information and analytical bulletin of mining (scientific and technical magazine)*. 2018. No 12 (special release 54). 12 p.

Гусев Владимир Николаевич¹, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой маркшейдерского дела, тел. +7 (812) 3-288-259, e-mail: kmd@spmi.ru;

Головин Григорий Дмитриевич¹, аспирант кафедры маркшейдерского дела, тел. +7 (812) 3-288-259, e-mail: golovingrigoriy@gmail.com;

Соиту Наталья Юрьевна², канд. техн. наук, доцент кафедры строительной механики, тел. +7 (812) 5-750-550, e-mail: natali_s01@mail.ru

(¹ Санкт-Петербургский горный университет; ² Государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург)

Gusev Vladimir Nikolaevich¹, Dr. tech. sciences, professor, head of the Department mine surveying, tel. +7 (812) 3-288-259, e-mail: kmd@spmi.ru;

Golovin Grigoriy Dmitrievich¹, post-graduate student of the Department of mine surveying, tel. +7 (812) 3-288-259, e-mail: golovingrigoriy@gmail.com;

Soitu Natalia Yuryevna², Ph. D. tech. sciences, associate professor, Department of structural mechanics, tel. +7 (812) 5-750-550, e-mail: natali_s01@mail.ru

(¹ St. Petersburg Mining University; ² State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg)

РОЛЬ КОНДИЦИЙ И СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Часть 2

Целью данной работы является сравнение традиционных способов оценки запасов и оценки качества руд с международным подходом, учитывающим возможность перехода от оценок содержаний компонентов в пробах к оценке содержаний в реальных по объему порциях руды, поступающих на обогатительную фабрику.

Ключевые слова: зона минерализации; кондиции; безубыточное бортовое содержание; выемочная единица.

Yu. A. Malyutin

THE ROLE OF CONDITIONS AND MEANS OF ESTIMATION IN PLANNING AND EXPLOITATION OF ORE DEPOSITS

Part 2

The purpose of this paper is to compare traditional methods of ore reserve with international methodic to the estimation of ore deposits using mine shape optimization.

Keywords: zone of mineralization; conditions; cutoff grade; mine select unit.

Продолжение. Начало в номере 4 (131) 2019, с. 47–50.

В настоящее время горнорудные компании должны опираться на традиционные способы подсчета запасов, один раз утверждать кондиции в государственных органах и работать по этим кондициям, как при плановой экономике, весь период отработки месторождения, независимо от экономической ситуации или от изменяющегося качества руды, поступающей на обогатительную фабрику. При традиционных способах подсчета запасов все оценивается по содержаниям компонентов в пробах, промышленные контуры рудных тел выделяются по бортовым содержаниям в пробах, средние содержания компонента в больших блоках также рассчитываются по содержаниям в рядовых пробах, при геостатистическом подходе к оценке ресурсов и запасов месторождений все происходит иначе.

Геостатистика является, по сути, необходимым мостом от геологии к горному делу.

Геостатистические инструменты позволяют нам переходить от оценок содержаний компонентов в пробах к оценке содержаний в реальных по объему порциях руды, поступающих на обогатительную фабрику. Такую корректировку позволяет делать установленный эффект «дисперсия – объем». Эффект «дисперсия – объем» описывает уменьшение дисперсии содержаний компонентов, которое случается, когда увеличивается объем пробы до размера добычной единицы. При взятии разведочных проб (проб маленького размера) обычно устанавливается более широкий размах в содержаниях компонента и большая дисперсия содержаний, так как эти пробы могут быть как с высокими содержаниями, так и с очень низкими содержаниями компонента. В больших пробах, соизмеримых по объему с объемом выемочной единицы, размах концентраций и дисперсия компонента становятся меньше, так как невозможно представить, чтобы в такой пробе были только высокие концентрации компонента или толь-

ко низкие. Следовательно, чем больше объем пробы, тем больше происходит усреднение содержаний компонентов относительно верхнего и нижнего экстремумов концентраций. Это снижение размаха, или дисперсии содержаний компонентов, по мере того как будет увеличиваться объем пробы, и известно как эффект «объем–дисперсия» [5].

Таким образом, необходимо от оценок в пробах, имеющих небольшие размеры, перейти к оценкам в «пробах» гораздо большего размера, соизмеримого с размерами реальных порций руды, поступающей на фабрику. Это и достигается с помощью геостатистических приемов, в основе которых лежат алгоритмы сглаживания. Для этого создается трехмерная блоковая модель минерализованной зоны и в середину каждого элементарного блока интерполируется содержание компонента на основе сглаживания содержаний в пробах, расположенных в той или иной мере вблизи интерполируемого блока. Один из лучших признанных алгоритмов в мире является «kriging», который был разработан Матероном, родоначальником геостатистики и который позволяет кроме оценки компонента еще и рассчитывать дисперсию этой оценки.

Какой размер блока нужно выбрать при интерполяционной оценке? Если при интерполяционной оценке используются блоки маленького размера, то результаты интерполяции содержаний компонента при редкой разведочной сети не вызывают доверия у специалистов. Выбор размера блока для интерполяции, соизмеримого с размерами разведочной сети или меньше, вызывает большее доверие. Конечно, разрабатывать месторождение с большей селективностью блоками небольшого размера при валовом способе добычи более привлекательно. При предварительно созданной большой плотности разведочной сети и достоверных оценках содержаний в небольших блоках можно на первый взгляд извлечь при разработке больше прибыли, чем разрабатывать месторождение блоками большого размера, но при этом не надо забывать о производительности рудника и капитальных (инвестиционных) затратах. По опыту можно сказать, что при производительности открытого рудника более 25 млн тонн руды в год горные инженеры выбирают величину уступа карьера в 15 метров и взрывают уступ в длину до

150 метров. Дробление по высоте «выемочных блоков» на подземных рудниках может увеличивать капитальные затраты в два раза и более, в связи с этим высота выемочных блоков часто планируется при подземной добычи до 100 метров и более.

Поэтому и использование коэффициента рудоносности при традиционных способах подсчета входит в противоречие не только с принципами оконтуривания минерализованной зоны [2], но и с валовым способом добычи. Коэффициент рудоносности определяется как поправочный коэффициент при подсчете запасов месторождений сложного строения [1]. Определение коэффициента рудоносности и его учет при подсчете запасов целесообразны только в том случае, когда безрудные участки не поддаются оконтуриванию при разведке, но могут быть селективно добыты или оставлены в целиках при разработке месторождения [1]. Однако степень селективности при валовом способе добычи определяется технологическими параметрами отработки, то есть размером «выемочной единицы». Противоречие заключается в том, что размеры ячеек разведочной сети часто равны или даже меньше по размеру, чем «выемочная единица».

В случае с геостатистическими оценками компонентов в блоковых моделях можно обосновать, что окончательно подразумевается под термином «бортовое содержание». Так как общая прибыль от выделенной минерализованной зоны должна быть максимальной, необходимо максимизировать ее при ограничении бортовым содержанием более богатых частей этой минерализованной зоны. В большинстве случаев бортовое содержание является безубыточным бортовым содержанием в «выемочной единице» или реже в элементарном блоке блоковой модели.

При блоковом моделировании подвергается переосмыслению традиционное понятие «рудного тела», то есть более богатая часть минерализованной зоны может представлять собой совокупность блоков или «выемочных единиц», не имеющих определенные формы или морфологические особенности в традиционном понимании. Исключением может быть рудное тело, имеющее резкие границы с вмещающими породами, в котором в каждом из участков содержание компонента выше

безубыточного бортового содержания. В связи с этим возникает неопределенность в понимании, что такое «степень разведанности» при переходе от определения традиционных категорий достоверности запасов в нашей стране к определению категорий достоверности ресурсов по международной классификации ресурсов и запасов (CRIRSKO).

При традиционном подходе под степенью разведанности понималась детальность изучения условий залегания и морфологических особенностей рудных тел, пространственного расположения и соотношения природных типов руд и их технологических типов и сортов, распределение безрудных и некондиционных участков в контурах рудных тел, а также детальность изучения гидрогеологических и инженерно-геологических факторов, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ. Традиционный подход переоценивал во многом возможности селективной отработки при валовом способе добычи. При современном подходе под «степенью разведанности» нужно понимать степень детальности изучения условий залегания и морфологических особенностей зоны минерализации, пространственного расположения и соотношения природных типов руд, степень детальности выявления и фиксации безрудных участков в контурах минерализованных зон, опираясь на параметры валового способа добычи. Кроме степени детальности изучения геологических особенностей зон минерализации под «степенью разведанности» нужно понимать еще и степень достоверности интерполяции содержаний компонента в блочных моделях, внутри каркасов минерализованных зон, достоверность интерполяции технологических показателей в блоковых моделях, определяющих технологические типы и сорта руд, а также достоверность интерполяции гидрогеологических, инженерно-геологических и физико-механических параметров в зонах минерализации и во вмещающих горных породах, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ. При традиционном подходе и при современном подходе степень достоверности напрямую связана с плотностью разведочной сети.

По Российской классификации запасов под категорией достоверности запасов C_2 пони-

маются предварительно оцененные запасы, характеризующиеся низкой степенью достоверности, которые определяются по совокупности геологических и геофизических данных, подтвержденных вскрытием единичных скважин, или когда неразведанные участки непосредственно примыкают к участкам разведанным, которые пересечены некоторым количеством скважин.

С точки зрения плотности разведочной сети к категории достоверности запасов C_2 наиболее близки предполагаемые (inferred) ресурсы по классификации JORC. Предполагаемые ресурсы – это ресурсы, в которых количество и качество оценено по ограниченному количеству проб и геологических признаков. Степень достоверности предполагаемых ресурсов (inferred) основывается на ограниченном количестве проб, отобранных при обнаружении минерализации, но геологических данных недостаточно, чтобы уверенно прогнозировать геологическую непрерывность или непрерывность содержания полезного компонента [4]. Надежность и достоверность оценки предполагаемых ресурсов по классификации JORC не являются достаточными, чтобы на основании этих оценок проводить как серьезные предварительные (предварительное ТЭО, Pre-Feasibility Study), так и детальные технико-экономические исследования (ТЭО, Feasibility Study), но возможно использовать эти оценки с определенной осторожностью для технико-экономических расчетов (ТЭР, Scoping Studies). Не существует прямых методов перевода предполагаемых ресурсов в любую из категорий запасов или (proved) доказанных или (probable) вероятных [4]. Невозможность достоверного перехода при минимальном количестве результатов опробования от оценок в пробах к оценкам компонента в «выемочных единицах» или в порциях руд, отправляемых на обогащательную фабрику, и является основанием для отказа проводить на основе этих оценок серьезные технико-экономические исследования.

По Российской классификации запасов для отнесения запасов к категории достоверности C_1 условия залегания, морфологические особенности и внутреннее строение рудных тел, пространственное расположение и соотношение различных природных типов

и промышленных типов и сортов руд, расположение безрудных участков и участков, сложенных некондиционными рудами, а также технологические свойства руд и горнотехнические условия эксплуатации месторождения достаточно выявить только в общих чертах [1]. Для отнесения запасов к категории В и А степень разведанности должна обеспечить не только выяснение общих черт, но и основные особенности залегания формы и строения рудных тел [1].

С точки зрения плотности разведочной сети к категории достоверности запасов C_1 наиболее близки выявленные (indicated) ресурсы по классификации JORC. Разведанные зоны минерализации можно классифицировать по степени достоверности как выявленные (indicated) ресурсы, когда характер, качество, количество и распределение разведочных данных позволяют уверенно интерпретировать геологическую структуру и предполагать непрерывность минерализации.

С точки зрения плотности разведочной сети к категории достоверности запасов В и А наиболее близки оцененные (measured) ресурсы по классификации JORC. Разведанные зоны минерализации можно классифицировать по степени достоверности как оцененные (measured) ресурсы, когда характер, качество, количество и распределение разведочных данных позволяют предельно точно определить тоннаж и качество полезного ископаемого, разведочных данных достаточно, чтобы подтвердить геологическую непрерывность оруденения.

Уверенности в оценках по категориям достоверности – «выявленные» и «оцененные» достаточно, чтобы на их основании проводить серьезные технико-экономические исследования [4], потому что плотность разведочной сети позволяет с высокой степенью достоверности перейти от оценок в пробах к оценкам компонента в «выемочных единицах».

Сравнение методик оценки запасов и содержаний компонента, оценки потерь и разубоживания показывает, что традиционные способы оценки не могут обеспечить максимизацию прибыли через ограничение более обогащенной части минерализованной зоны, так как вместо использования для ограниче-

ния частей этой зоны с помощью бортового содержания в «выемочных» объемах используется (для выделения «рудных тел») только бортовое содержание в пробах. Кроме того, в традиционных методах оценки игнорируются содержания в пробах, расположенных за контуром выделенных «рудных тел», и также производится некорректная оценка потерь и разубоживания. То есть традиционная оценка месторождений приводит к неоправданному ожиданию более высокого уровня среднего содержания компонента, чем на самом деле, что в дальнейшем может приводить к значительным финансовым потерям инвестора или к неоправданным финансовым ожиданиям.

Бортовые содержания в «выемочных» объемах используются для определения количества добываемых руд, из которых получается финальный продукт (концентрат). Важная цель – до старта добычи сделать точный прогноз общего количества руд, которые могут быть через некоторое время добыты и переработаны. Такое бортовое содержание называют планируемым бортовым содержанием. Определение эксплуатационных бортовых содержаний необходимо после старта добычи для отделения рудной и нерудной части в недрах или для разделения взорванной минерализованной массы на руды, слабоминерализованные породы и пустые породы. Планируемые бортовые содержания имеют отношение главным образом к общим запасам руд, тогда как эксплуатационные бортовые содержания используются для руд, находящихся в эксплуатационной готовности. Новое горное планирование появляется на фоне большой свободы, будущая история горного проекта – целиком теоретическая и зависит от многочисленных предварительных условий, подчиняющихся математическим манипуляциям [3]. Горное планирование используется для того, чтобы группа планировщиков могла точно определить размеры, основную производительность и выбрать оборудование для нового предприятия. Рассчитанные кондиции выступают как желательные во время планирования, но могут быть почти незначимы при эксплуатации месторождения.

Эксплуатационные бортовые содержания в «выемочных единицах» рассчитываются, когда в процессе эксплуатации окончательно-

но определены все авансовые, постоянные и переменные эксплуатационные затраты, на основе заключенных договоров выяснена цена продукции и ее количество, выявлены зависимости изменения коэффициентов извлечения и затрат на обогащение в связи с изменением качества руды, поставляемой на обогатительную фабрику и другие технико-экономические параметры. Расчет эксплуата-

ционного бортового содержания проводится на основе справки о качестве руд по классам содержаний компонента после создания и подсчета запасов блоковой модели минерализованной зоны месторождения, а также учета снижения содержаний компонента в связи с разубоживанием после моделирования геометрии «выемочных единиц» при краткосрочном и среднесрочном планировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каждан А. Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1977.
2. Мalyutin Ю. А. Геолого-экономические основы горных проектов в рыночной экономике // Маркшейдерский вестник. 2014. № 2. С. 5–11.
3. Мalyutin Ю. А. Теория бортовых содержаний. Ч. 1; 2 // Маркшейдерский вестник. 2016. № 2. С. 6–14; № 3. С. 6–14.
4. Polymetal International. НП НАЕН. Кодекс JORC. Полный перевод. Москва 2013.
5. Jacqui Coombes. Resource Estimation. Copyright 2005 Snowden Mining Industry Consultants.

REFERENCES

1. Kazhdan A. B. *Exploration ore deposits*. Moscow: Nedra, 1977.
2. Malyutin Yu. A. Geologic and economic foundation of mining projects. *Mine surveying bulletin*. 2014. No 2. pp. 5–11.
3. Malyutin Yu. A. Bases of the theory of onboard contents. P. 1; 2. *Mine surveying bulletin*. 2016. No 2. pp. 6–14; No 3. pp. 6–14.
4. Polymetal International. NP NAEN. Codes JORC. Translation. Moscow, 2013.
5. Jacqui Coombes. Resource Estimation. Copyright 2005 Snowden Mining Industry Consultants.

Мalyutin Юрий Александрович, доцент, канд. геол.- минер. наук, гл. спец. ОАО «Гипроцветмет», МГУ, геологический факультет, e-mail: malyutin55@mail.ru
Malyutin Yuri Alexandrovich, associate professor, Ph.D. geol.- miner. sciences, Chief specialist, Giprosvetmet OJSC, Moscow State University, Faculty of Geology, e-mail: malyutin55@mail.ru

Уважаемые коллеги!



Приглашаем Вас принять участие в работе XIX Всероссийского Конгресса «Государственное регулирование недропользования 2019», который состоится 4–5 декабря 2019 года в Москве. Организатором конгресса выступила Группа Компаний «Агентство социально-экономического развития» (АСЭРГРУП).

Среди ключевых тем Конгресса: Все о лицензировании пользования недрами, нормативное и организационное обеспечение рационального недропользования, земельно-имущественное законодательство для недропользователей в 2017–2019 гг.

В течение двух дней Конгресса опытными экспертами-практиками будут рассмотрены следующие вопросы:

- Направления совершенствования законодательства о недрах в 2019-2020 гг.
- Лицензирование добычи полезных ископаемых в 2019 г., в том числе переоформление, досрочное прекращение, приостановление и ограничение права пользования, внесение изменений и дополнений в лицензии.
- Заявительный принцип предоставления права пользования участками недр в 2019 г.
- Конкурсы и аукционы на право пользования недрами.
- Государственная экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий.
- Правовой режим геологической информации о недрах.
- Предоставление земельных участков для целей недропользования в 2019 г.
- Разработка месторождений ТПИ и УВС в 2019 г.
- Ликвидационные фонды.
- Ответственность недропользователя и проведение проверок в 2019 г.

Формат Конгресса: лекционные занятия, свободные дискуссии, конструктивный диалог с органами власти, юридические консультации.

Участники получат исчерпывающие рекомендации от представителей Минприроды России, Роснедр, ФБУ «Росгеолэкспертиза», ФБУ «ГКЗ», Евразийского союза экспертов по недропользованию и крупнейших юридических фирм по следующим вопросам.

К участию приглашаются представители департаментов недропользования и природных ресурсов субъектов РФ, комитетов по природопользованию администраций городов и областей, служб недропользования, юридических, геологических и маркшейдерских служб, групп лицензирования компаний и организаций.

Получить дополнительную информацию можно по телефонам: +7 (495) 971-5681, +7 (495) 988-6115, по e-mail: info@asergroup.ru, на сайте Конгресса www.nedra.asergroup.ru

К ВОПРОСУ ВВЕДЕНИЯ ВЕСОВЫХ ФУНКЦИЙ В УРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СХЕМ ОПОРНЫХ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЕТЕЙ

Рассмотрены теоретические аспекты введения весовой функции в процедуру уравнивания неравноточных и неоднородных параметров на примере триангуляционных схем опорных маркшейдерских сетей.

Ключевые слова: уравнивание; весовая функция; варианты; неоднородность; точность; треугольник; погрешность.

I. A. Shlemov, A. V. Gal'yanov

TO THE QUESTION OF INTRODUCING WEIGHTING FUNCTIONS IN EQUALIZATION CALCULATIONS OF TRIANGULATION SCHEMES OF REFERENCE SURVEYING NETWORKS

This article considers theoretical aspects of the introduction of weight function in the equalization calculation procedure for non-equal and heterogeneous parameters, for example of triangulation schemes for surveying reference networks.

Keywords: equalization; weight function; variants; heterogeneity; accuracy; triangle; error.

В практике создания маркшейдерско-геодезических опорных сетей главным вопросом является обеспечение высокой точности определения координат пунктов таких сетей. С этой целью обосновывается методика выполнения непосредственных измерений на местности. Поскольку эти измерения все же содержат в себе ошибки, возникает задача сведения к минимуму их влияния на конечный результат расчетов. Вычислительные процедуры, направленные на решение этой задачи, получили название уравнильных вычислений или просто уравнивание. На сегодняшний день теория уравнивания маркшейдерско-геодезических сетей глубоко разработана и приобрела статус классического формата.

Одно из необходимых условий, которое ставится перед непосредственными измерениями, состоит в производстве этих измерений в одинаковых внешних условиях, что должно обеспечивать их равноточность, например: «Результат прямых многократных измерений

одной величины будет равноточным, если в процессе измерений не изменялись условия их получения, т. е. измерения проводились по одной и той же методике, одним прибором, тем же исполнителем» [3]. Если же эти условия не соблюдены полностью или частично, то непосредственные измерения считаются неравноточными. Здесь следует обратить внимание на то, что эти требования носят характер атрибутивный (качественный), но не являются достаточными, поскольку не акцентируют количественную сторону равноточных измерений.

Теория уравнивания решает вопрос учета ошибок непосредственных измерений путем введения «весовой функции» в схему вычислительных процедур в виде

$$P = \left(\frac{\eta}{m} \right)^2, \quad (1)$$

где η – произвольное число, равное или пропорциональное погрешности (m) параметра, вес которого принимают за единицу.

Величина η получила название меры ошибок или коэффициента ошибок. Весовая функция не есть изобретение геодезии – теория средних оценок полностью базируется на взвешенном учете влияющих факторов (теория моментов в математической статистике, теория рычага и динамики движения в механике).

Введение в уравнительные вычисления функции (1) оправдывает себя, когда речь идет об однородных параметрах, например, уравниваются углы в опорных маркшейдерско-геодезических схемах или же длины сторон.

Весовая функция P по своей содержательной сущности есть доленое влияние факторов, принимающих участие в процессе непосредственных измерений, т. е. эта функция безразмерна. Аналогичная задача решается в теории дисперсионного анализа. Если $U = X + Y + Z$, где X, Y, Z – случайные независимые однородные события, то

$$\sigma_U^2 = \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + \sigma_Z^2.$$

Из этого непосредственно следует, что

$$1 = \frac{\sigma_X^2}{\sigma_U^2} + \frac{\sigma_Y^2}{\sigma_U^2} + \frac{\sigma_Z^2}{\sigma_U^2}$$

или

$$1 = \frac{1}{P_U} = \frac{1}{P_X} + \frac{1}{P_Y} + \frac{1}{P_Z}.$$

Эта схема распространяется на любое количество однородных параметров-факторов. Иначе должно обстоять дело, когда в схеме уравнительных вычислений участвуют неоднородные параметры, в частности углы (α) и длины (l) сторон – параметры различных измерительных метрик. В этом случае лишено здравого смысла сравнивать веса

$$P_\alpha = \left(\frac{\eta}{m_\alpha}\right)^2 \text{ и } P_l = \left(\frac{\eta}{m_l}\right)^2. \text{ Например, пусть } m_\alpha = 10'',$$

а $m_l = 100$ мм. Тогда, согласно (1), при $\eta = 10''$ $P_\alpha = 1$, а $P_l = 0,01 \text{ c}^2/\text{мм}^2 = 1 \text{ c}^2/\text{см}^2 = 100 \text{ c}^2/\text{дм}^2 = 10^4 \text{ c}^2/\text{м}^2$. Следовательно, чисто по формальным признакам $P_\alpha = 1$, как безразмерная величина, сравнивается с P_l , которая с изменением размерности меняет и свой модуль.

Исключить из анализа фактор неоднородности m_α и m_l можно вполне логическим приемом, приведя эти показатели к относительным единицам (M_0):

$$M_{0(\alpha)} = \frac{m_\alpha}{\rho}, \quad M_{0(l)} = \frac{m_l}{l}. \quad (2)$$

Тогда будем иметь: если $P_l = 1$, то $P_\alpha = \left(\frac{m_l}{l} \cdot \frac{\rho}{m_\alpha}\right)^2$ или если $P_\alpha = 1$, то $P_l = \left(\frac{m_\alpha}{\rho} \cdot \frac{l}{m_l}\right)^2$

Из (2) также непосредственно следует, что оценка равноточности угловых измерений возможна путем прямого сравнения m_α , а для длин сторон такой подход неправомерен, поскольку параметр $l \neq const$. Для параметра l следует пользоваться только значением $M_{0(l)}$. Рассмотрим пример: угол γ со сторонами $a = 1100,0$ м и $b = 1000,0$ м определяется с погрешностью $m_\gamma = 5,0''$; стороны определяются с погрешностью $m_{0(a)} = m_{0(b)} = 100$ мм. Тогда будем иметь: $M_{0(\gamma)} = 1:41253$, $M_{0(a)} = 1:11000$, $M_{0(b)} = 1:10000$. Если принять, что $M_{0(a)}$ и $M_{0(b)}$ значения одного порядка, совершенно очевидно, что точность измерения угла γ в четыре раза превышает точность измерения сторон и, следовательно, $P_\gamma = 16$, а $P_a = P_b = 1$. Такой подход позволяет решить задачу снижения влияния неравноточности угловых и линейных измерений при создании маркшейдерских опорных сетей сгущения.

Рассмотрим этот вопрос на примере схемы «треугольник». Пусть дано: базисная сторона $AB = C_0$, $A(x,y)$, $B(x,y)$ и дирекционный угол AB , которые как исходные параметры принимаются за истинные (безошибочные) значения; пункт C – искомый. В треугольнике ABC измеряются три угла (α, β, γ) и две стороны (a, b) в соответствии с требованиями задаваемой точности и обозначенным кругом практических задач последующего использования элементов треугольника ABC и пункта C .

Для уменьшения степени влияния неравноточности измерений угловых и линейных параметров необходимо привести показатели точности измерений этих параметров к сопоставимому виду. Решение этой задачи допускает два подхода.

Первый отталкивается от равноточности угловых измерений, что соответствует условию $\delta_\alpha = \delta_\beta = \delta_\gamma$; второй – от равноточности измерения длин сторон a и b , что соответствует

$$\text{соблюдению условия } M_{0(l)} = \frac{m_a}{a} = \frac{m_b}{b}, \text{ т. е.}$$

равенства относительной погрешности измерения длин сторон.

Принципиальная схема первого подхода приведена на рис. 1.

Ошибка в измерении угла α , равная δ , предопределяет ошибку в положении пункта C , т. е. рассчитанные координаты этого пункта будут содержать ошибку m_x и m_y . Из этой схемы следует, что

$$m_a = \frac{\delta}{\rho} b \quad \text{или} \quad \frac{m_a}{b} = \frac{\delta}{\rho}. \quad (3)$$

Аналогичным образом можно показать, что

$$m_b = \frac{\delta}{\rho} a \quad \text{или} \quad \frac{m_b}{a} = \frac{\delta}{\rho}. \quad (4)$$

Таким образом, равнозначность угловых и линейных измерений обеспечивается решением (3) и (4), а это означает, что их весовые функции будут равны 1.

$$P_\alpha = P_l = 1. \quad (5)$$

Представим (3) и (4) через относительные погрешности измерения длин сторон a и b .

$$\left. \begin{aligned} \frac{m_a}{a} \cdot \frac{a}{b} = M_{0(a)} \frac{a}{b} = \frac{\delta}{\rho} \\ \frac{m_b}{b} \cdot \frac{b}{a} = M_{0(b)} \frac{b}{a} = \frac{\delta}{\rho} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Из этого непосредственно следует, что

$$\left. \begin{aligned} M_{0(a)} \neq M_{0(b)} \\ M_{0(a)} = M_{0(b)} \frac{b^2}{a^2} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Если не выполняются условия (7), то весовые функции для длин сторон a и b примут вид

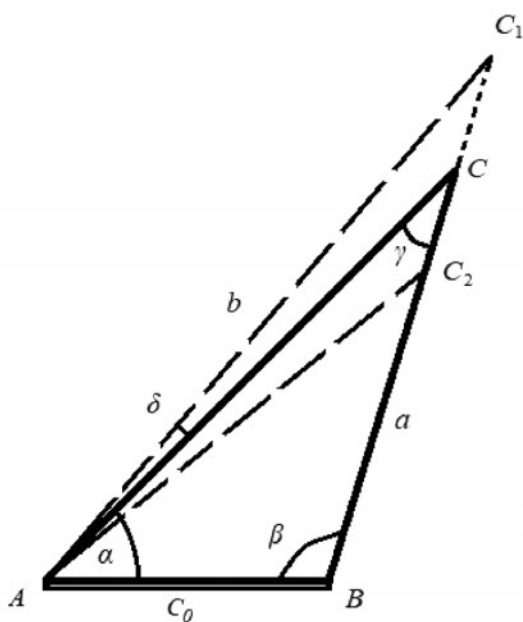


Рис. 1

$$P_a = \left(\frac{\delta}{\rho} \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{1}{M_{0(a)}} \right)^2, \quad P_b = \left(\frac{\delta}{\rho} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{1}{M_{0(b)}} \right)^2$$

Таким образом, исходя из предпосылок равнозначности измерения углов в треугольнике ABC , длины сторон могут измеряться с различной относительной погрешностью. Так, для равнобедренных треугольников ($a = b$) $M_{0(a)} = M_{0(b)}$; для остроугольных (по отношению к углу α) $M_{0(a)} < M_{0(b)}$; для тупоугольных $M_{0(a)} > M_{0(b)}$. Эти условия должны приниматься во внимание при проектировании триангуляционных схем опорных сетей и разработке методики полевых измерений.

Второй подход к решению задачи приведения к равнозначности угловых и линейных измерений приводит к следующим результатам. Из соотношений (6) имеем

$$\left. \begin{aligned} M_{0(a)} \frac{a}{b} \rho = \delta_\alpha, \quad M_{0(b)} \frac{b}{a} \rho = \delta_\beta, \\ \delta_\alpha = \frac{a}{b} \rho \cdot M_{0(l)}, \quad \delta_\beta = \frac{b}{a} \rho \cdot M_{0(l)}, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

откуда следует, что значения $|\delta_\alpha|$ и $|\delta_\beta|$ не равны:

$$|\delta_\alpha| = |\delta_\beta| \frac{a^2}{b^2}, \quad |\delta_\beta| = |\delta_\alpha| \frac{b^2}{a^2}. \quad (9)$$

Для оценки значения δ_γ воспользуемся теоремой синусов, из которой следует $\frac{C_0}{\sin \gamma} = U = const$, что после дифференцирования и принятия условия $d\gamma \rightarrow 0$ дает $d\gamma = \frac{dU}{U} \rho \cdot \text{tg} \gamma$. Но $\frac{dU}{U} = M_{0(l)}$, а $d\gamma = \delta_\gamma$. Но, $\frac{dU}{U} = M_{0(l)}$, а $d\gamma = \delta_\gamma$, тогда окончательно получим необходимую точность измерения угла γ :

$$\delta_\gamma = \text{tg} \gamma \cdot \rho \cdot M_{0(l)}. \quad (10)$$

При выполнении условий (9) и (10) веса всех параметров треугольников будут равны, т. е. $P_{(l)} = P_{(\alpha)} = 1$, хотя их абсолютные погрешности, согласно современным теоретическим представлениям, требуют введения весовой функции (1). При невыполнении указанных условий весовые функции в угловые параметры примут вид

$$P_\alpha = \left(\frac{a}{b} \cdot M_{0(l)} \frac{\rho}{\delta_\alpha} \right)^2, \quad P_\beta = \left(\frac{b}{a} \cdot M_{0(l)} \frac{\rho}{\delta_\beta} \right)^2,$$

$$P_\gamma = \left(\operatorname{tg} \gamma \cdot M_{0(l)} \frac{\rho}{\delta_\gamma} \right)^2.$$

Данные табл. 1 дают наглядное представление об условиях выполнения требования равноточности угловых и линейных измерений. Здесь необходимо отметить следующие особенности: 1 – равноточность измерения углов предъявляет требования к точности измерения длин в зависимости от формы треугольника; 2 – равноточность измерения длин сторон треугольника предъявляет требования к точности измерения углов.

В табл. 1 рассмотрено 8 вариантов формы треугольника с исходными данными в столбцах 1–4. В столбцах 5–8 приведены значения абсолютных и относительных погрешностей измерения длин сторон при равноточном измерении углов ($d\alpha = d\beta = d\gamma = 10''$), из которых видно, что точность измерения длин сторон треугольника зависит от его формы. В столбцах 9–13 при заданной относительной погрешности измерения длин сторон треугольника (1:20626,5) приведены требования к погрешностям измеряемых углов (столбцы 11–13). Здесь также прослеживается зави-

симость требований к точности измерения углов от формы треугольника. В качестве примера в табл. 2 приведен расчет правильного треугольника ($\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ, a = 1000,000$) по методу наименьших квадратов и аналитическому способу [6] при дифференцированной точности измерения параметров.

Как видно из данных табл. 1, оба способа уравнивания обеспечивают вполне удовлетворительную сходимость с «истинными» исходными параметрами. В качестве критерия оценки сходимости в таблице представлен R_c – радиус-вектор, который представляет собой отклонение положения точки C , рассчитанной по уравненным значениям от ее истинного положения.

В реальных условиях полевых работ может быть обеспечена равноточность измерения углов и длин сторон независимо друг от друга, например $\delta = 5''$, а $M_{0(l)} = 1:10000$. В этом случае углы измерены в четыре раза точнее (1:41253) длин сторон, т. е., принимая весовую функцию угловых измерений $P_\alpha = 1$, необходимо ввести вес в измеренные длины:

$$P_l = \left(\frac{\delta}{\rho} \cdot \frac{1}{M_{0(l)}} \right)^2,$$

Таблица 1

Условия измерений угловых и линейных параметров в треугольнике различной формы, обеспечивающих равные весовые функции в уравнивательных вычислениях

Углы треугольника			a, м	$d\alpha = d\beta = d\gamma = \delta = 10''$				$M_{\alpha(a)} = M_{\alpha(b)} = 1:20626,5$				
α°	β°	γ°		da, мм	db, мм	$M_{\alpha(a)}$	$M_{\alpha(b)}$	da, мм	db, мм	d α	d β	d γ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Исходные данные: $C_0 = b = 1000,000$ м, равнобедренный треугольник, $M_0 = 1:20626,5$												
10	85	85	174,311	48,5	8,4	1:3594	1:119047	8,4	48,5	1,7	57,4	114,3
20	80	80	347,296	48,5	16,7	1:7161	1:59880	16,7	48,5	3,4	28,8	56,7
30	75	75	517,658	48,5	25,1	1:10673	1:39840	25,1	48,5	5,2	19,3	37,3
60	60	60	1000,000	48,5	48,5	1:20626	1:20626	48,5	48,5	10,0	10,0	17,3
80	50	50	1285,575	48,5	62,4	1:26507	1:16026	62,4	48,5	12,9	7,8	11,9
120	30	30	1732,051	48,5	84,0	1:35717	1:11905	84,0	48,5	17,3	5,8	5,8
150	15	15	1931,852	48,5	93,7	1:39832	1:10672	93,7	48,5	19,3	5,2	2,7
170	5	5	1992,380	48,5	96,6	1:41080	1:10352	96,6	48,5	19,9	5,0	0,8
Исходные данные: $C_0 = b = 1000,000$ м, равнобедренный треугольник, $M_0 = 1:41253$												
Углы треугольника			a, м	$d\alpha = d\beta = d\gamma = \delta = 5''$				$M_{\alpha(a)} = M_{\alpha(b)} = 1:20626,5$				
α°	β°	γ°		da, мм	db, мм	$M_{\alpha(a)}$	$M_{\alpha(b)}$	da, мм	db, мм	d α	d β	d γ
10	85	85	174,311	24,2	4,2	1:7203	1:238095	4,2	24,2	0,9	28,6	57,2
20	80	80	347,296	24,2	8,4	1:14351	1:119048	8,4	24,2	1,7	14,4	28,4
30	75	75	517,658	24,2	12,5	1:21390	1:80000	12,5	24,2	2,6	9,6	18,6
60	60	60	1000,000	24,2	24,2	1:41253	1:41253	24,2	24,2	5,0	5,0	8,7
80	50	50	1285,575	24,2	31,2	1:53123	1:32051	31,2	24,2	6,4	3,9	6,0
120	30	30	1732,051	24,2	42,0	1:71572	1:23809	42,0	24,2	8,7	2,9	2,9
150	15	15	1931,852	24,2	46,8	1:79828	1:21367	46,8	24,2	9,6	2,6	1,4
170	5	5	1992,380	24,2	48,3	1:82330	1:20704	48,3	24,2	10,0	2,5	0,4

Таблица 2

Пример уравнивания по аналитическому способу и методу наименьших квадратов при равноточном измерении углов и при заданной относительной погрешности измерения длин

№	Измерения	Уравнивание по АС				Уравнивание по МНК				Измерения	Уравнивание по АС				Уравнивание по МНК									
		$d\alpha = d\beta = d\gamma = +10''$, $da = 48,5$ мм, $db = 48,5$ мм									$d\alpha = d\beta = +10''$, $d\gamma = +17,3''$, $da = +48,5$ мм, $db = +48,5$ мм													
1	$\alpha_{изм}$	60°00'10"	$\alpha_{ур}$	59°59'59,33"	$\alpha_{ур}$	60°00'5,5"	$\alpha_{изм}$	60°00'10"	$\alpha_{ур}$	59°59'57,50"	$\alpha_{ур}$	60°00'5,4"	$\beta_{изм}$	60°00'10"	$\beta_{ур}$	59°59'57,51"	$\beta_{ур}$	60°00'5,4"						
	$\beta_{изм}$	60°00'10"	$\beta_{ур}$	59°59'59,33"	$\beta_{ур}$	60°00'5,5"	$\beta_{изм}$	60°00'10"	$\beta_{ур}$	59°59'57,51"	$\beta_{ур}$	60°00'5,4"	$\gamma_{изм}$	60°00'10"	$\gamma_{ур}$	60°00'4,99"	$\gamma_{ур}$	59°59'49,1"						
	$\gamma_{изм}$	60°00'10"	$\gamma_{ур}$	60°00'1,34"	$\gamma_{ур}$	59°59'48,9"	$\gamma_{изм}$	60°00'17,3"	$\gamma_{ур}$	60°00'4,99"	$\gamma_{ур}$	59°59'49,1"	$a_{изм}$ м	1000,0485	$a_{ур}$ м	999,9944	$a_{ур}$ м	1000,0465	$a_{изм}$ м	1000,0485	$a_{ур}$ м	999,9791	$a_{ур}$ м	1000,0457
	$a_{изм}$ м	1000,0485	$a_{ур}$ м	999,9944	$a_{ур}$ м	1000,0465	$a_{изм}$ м	1000,0485	$a_{ур}$ м	999,9791	$a_{ур}$ м	1000,0457	$b_{изм}$ м	1000,0485	$b_{ур}$ м	999,9944	$b_{ур}$ м	1000,0465	$b_{изм}$ м	1000,0485	$b_{ур}$ м	999,9791	$b_{ур}$ м	1000,0457
	$b_{изм}$ м	1000,0485	$b_{ур}$ м	999,9944	$b_{ур}$ м	1000,0465	$b_{изм}$ м	1000,0485	$b_{ур}$ м	999,9791	$b_{ур}$ м	1000,0457	R_c		R_c	0,0242	R_c	0,0528	R_c		R_c	0,0528		
			R_c	0,0065	R_c	0,0537			R_c	0,0242	R_c	0,0528												
2	$d\alpha = d\beta = d\gamma = -10''$, $da = -48,5$ мм, $db = -48,5$ мм												$d\alpha = d\beta = -10''$, $d\gamma = -17,3''$, $da = -48,5$ мм, $db = -48,5$ мм											
	$\alpha_{изм}$	59°59'50"	$\alpha_{ур}$	60°00'0,67"	$\alpha_{ур}$	59°59'54,5"	$\alpha_{изм}$	59°59'50"	$\alpha_{ур}$	60°00'2,50"	$\alpha_{ур}$	59°59'54,6"	$\beta_{изм}$	59°59'50"	$\beta_{ур}$	60°00'2,51"	$\beta_{ур}$	59°59'54,6"						
	$\beta_{изм}$	59°59'50"	$\beta_{ур}$	60°00'0,67"	$\beta_{ур}$	59°59'54,5"	$\beta_{изм}$	59°59'50"	$\beta_{ур}$	60°00'2,51"	$\beta_{ур}$	59°59'54,6"	$\gamma_{изм}$	59°59'50"	$\gamma_{ур}$	59°59'55,01"	$\gamma_{ур}$	60°00'10,9"						
	$\gamma_{изм}$	59°59'50"	$\gamma_{ур}$	59°59'58,66"	$\gamma_{ур}$	60°00'11,1"	$\gamma_{изм}$	59°59'42,7"	$\gamma_{ур}$	59°59'55,01"	$\gamma_{ур}$	60°00'10,9"	$a_{изм}$ м	999,9515	$a_{ур}$ м	1000,0056	$a_{ур}$ м	999,9535	$a_{изм}$ м	999,9515	$a_{ур}$ м	1000,0210	$a_{ур}$ м	999,9543
	$a_{изм}$ м	999,9515	$a_{ур}$ м	1000,0056	$a_{ур}$ м	999,9535	$a_{изм}$ м	999,9515	$a_{ур}$ м	1000,0210	$a_{ур}$ м	999,9543	$b_{изм}$ м	999,9515	$b_{ур}$ м	1000,0056	$b_{ур}$ м	999,9535	$b_{изм}$ м	999,9515	$b_{ур}$ м	1000,0209	$b_{ур}$ м	999,9543
	$b_{изм}$ м	999,9515	$b_{ур}$ м	1000,0056	$b_{ур}$ м	999,9535	$b_{изм}$ м	999,9515	$b_{ур}$ м	1000,0209	$b_{ур}$ м	999,9543	R_c		R_c	0,0242	R_c	0,0527	R_c		R_c	0,0527		

что в нашем примере будет равно $P_i = 1/17 = 0,059$.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что, несмотря на основательную теоретическую проработку уравнивательных вычислений, раздел весовых функций выглядит искусственным приемом. Поэтому необходи-

мо продолжить исследование в этом направлении и «прямым» путем, т. е. сравнением методов уравнивания и их результатов с истинными значениями параметров, проверить «право на существование» различных концепций в теории оценки точности непосредственных измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бахурин И. М. Курс маркшейдерского дела. Специальная часть. М.: Высшая школа, 1962. 494 с.
- Гайдаев П. А. Уравнивание триангуляции. М.: Геодиздат, 1960. 260 с.
- Гордеев В. А. Теория ошибок измерений и уравнивательные вычисления: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. 429 с.
- Рабинович Б. Н. Практикум по высшей геодезии. 2-е изд., испр. и доп. М.: Геодиздат, 1961. 339 с.
- Романов В. А. Теория ошибок и способ наименьших квадратов. М.: Углетехиздат, 1952. 367 с.
- Гальянов А. В., Шлемов И. А. Точность методов решения маркшейдерско-геодезических триангуляционных схем // Маркшейдерский вестник. 2017. № 3. С. 35–41; № 4 С. 37–42; № 5 С. 30–34.

REFERENCES

- Bakhurin I. M. *Course mine surveying. Special part.* M.: Higher School, 1962. 494 p.
- Gaidaev P. A. *Equalization of triangulation.* M.: Geodesizdat, 1960. 260 p.
- Gordeev V. A. *The theory of measurement errors and leveling calculations: a training manual.* 2nd ed., rev. and add. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural State Mining University, 2004. 429 p.
- Rabinovich B. N. *Workshop on higher geodesy.* 2nd ed., rev. and add. M.: Geodesizdat, 1961. 333 p.
- Romanov V. A. *Error theory and the least squares method.* M.: Ugletekhizdat, 1952. 367 p.
- Gal'yanov A. V., Shlemov I. A. Accuracy of the methods of equalizing mine surveying and geodesic triangulations. *Mine surveying bulletin.* 2017. No 3. pp. 35–41; No 4. pp. 37–42; No 5. pp. 30–34.

Шлемов Иван Александрович, горный инженер-маркшейдер, e-mail: smeag@mail.ru;
Гальянов Алексей Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры маркшейдерского дела, e-mail: sgimd@mail.ru
 (Уральский государственный горный университет)
Shlemov Ivan Aleksandrovich, mining engineer-surveyor, e-mail: smeag@mail.ru;
Gal'yanov Alexey Vladimirovich, Dr. tech. sciences, Professor of the Department of mine surveying, e-mail: sgimd@mail.ru.
 (Ural State Mining University)

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСОТЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗОНЫ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ТРЕЩИН В ПРОЦЕССЕ ВЕДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Изложен принцип проведения мониторинга изменения высоты распространения зоны водопродводящих трещин (ЗВТ), согласно которому высота ЗВТ определяется в зависимости от уровня фактически достигнутой максимальной кривизны на момент ее получения из периодических наблюдений за сдвижением и деформациями реперов профильной линии, заложенной на поверхности. При этом значения фактической кривизны получают как вторую производную от измеренных, посредством периодических нивелировок, вертикальных смещений реперов профильной линии. Из чего следует потенциальная возможность увеличения частоты серий наблюдений за счет определений только вертикальных смещений реперов методом геометрического нивелирования. Это повышает оперативность и надежность контроля за геомеханическим состоянием подрабатываемого массива горных пород с точки зрения развития в нем техногенных водопродводящих трещин, образующих ЗВТ.

Ключевые слова: мониторинг; кривизна поверхности; граничная кривизна; зона водопродводящих трещин.

V. N. Gusev

MONITORING CHANGES IN THE HEIGHT OF THE PROPAGATION ZONE OF WATER-CONDUCTING CRACKS DURING MINING

The principle of monitoring the change in the propagation height of the zone of water-conducting cracks (ZWC) is stated, according to which the height of the ZWC is determined depending on the level of maximum curvature actually achieved at the time of its receipt from periodic observations of the displacement and deformation of the benchmarks of the profile line laid on the surface. At the same time, the actual curvature values are obtained as the second derivative of the measured, by means of periodic levelings, vertical displacements of the benchmarks of the profile line. What follows is the potential possibility of increasing the frequency of series of observations due to the determination of only vertical displacements of benchmarks by the method of geometric leveling. This increases the efficiency and reliability of monitoring the geomechanical condition of the undermined massif of rocks from the point of view of the development of technogenic water-conducting cracks in it, which form the ZWC.

Keywords: monitoring; surface curvature; bordering curvature; zone of water-conducting cracks.

Выемка полезного ископаемого подземным способом сопровождается процессами сдвижений и деформаций в налегающих над выработанным пространством горных породах. Как следствие этих процессов, сдвижению и деформациям подвергается земная поверхность. Здания, сооружения, транспортные коммуникации, линии электропередач и природные объекты, попадающие в зону влияния ведения горных работ, испытывают на себе

воздействие деформирования поверхности, приводящее в отдельных случаях к аварийному нарушению целостности подрабатываемых объектов. Процессы сдвижения, протекающие в массиве горных пород, создают опасность для проникновения недопустимо больших водопритоков из водных объектов (рек, озер, водоносных горизонтов) в горные выработки.

В этих условиях безопасность горных работ и их экономическая эффективность,

а также безопасная подработка зданий и сооружений на поверхности во многом зависят от надежного и достоверного прогноза процессов сдвижения, от разработанной системы критериев для осуществления контроля за развитием этих процессов во времени, успешного решения проблемы управления горным давлением и процессами сдвижения. Для этого на горных предприятиях организуют и проводят геомеханический маркшейдерский мониторинг сдвижений и деформаций, заключающийся в систематических наблюдениях за вертикальными и горизонтальными смещениями реперов специальных наблюдательных станций, заложенных на поверхности.

Сложилась целая система по организации мониторинга, обработки результатов наблюдений, их интерпретации. В первую очередь мониторинг позволяет выявить закономерности распределения сдвижений и деформаций в мульде с учетом влияния физико-механических свойств горных пород, вынимаемых мощностей пластов (слоев) полезного ископаемого и условий их залегания: глубины от земной поверхности, строения и мощности вышележащей толщи, наличия закладки выработанного пространства.

Выявленные закономерности сдвижений и деформаций позволяют корректировать принятые на предприятиях расчетные методы прогноза, осуществлять контроль за процессами развития сдвижений и в определенных диапазонах управлять этими процессами. Кроме того, получаемые из геомеханического мониторинга сдвижения и деформации поверхности являются следствием процессов, протекающих в слоях подработанного массива горных пород. А это означает возможность прогнозировать деформации этих слоев массива через экстраполяцию сдвижений и деформаций поверхности. С деформациями слоев массива тесно связано образование в них техногенных трещин, включая водопроницающие [1]. Последние выделяются в зону водопроницающих трещин (ЗВТ), за изменением высоты которой над выработанным пространством можно осуществлять мониторинг на базе систематических наблюдений за сдвижением и деформациями по профильным линиям реперов, заложенным на земной поверхности в районах ведения горных работ.

В основе такого мониторинга лежат три геомеханических процесса:

- закономерности образования техногенных водопроницающих трещин в слоях подрабатываемого массива горных пород над очистной выработкой [1, 2];

- закономерности распределения максимальной кривизны в подрабатываемых слоях массива горных пород между очистной выработкой и поверхностью;

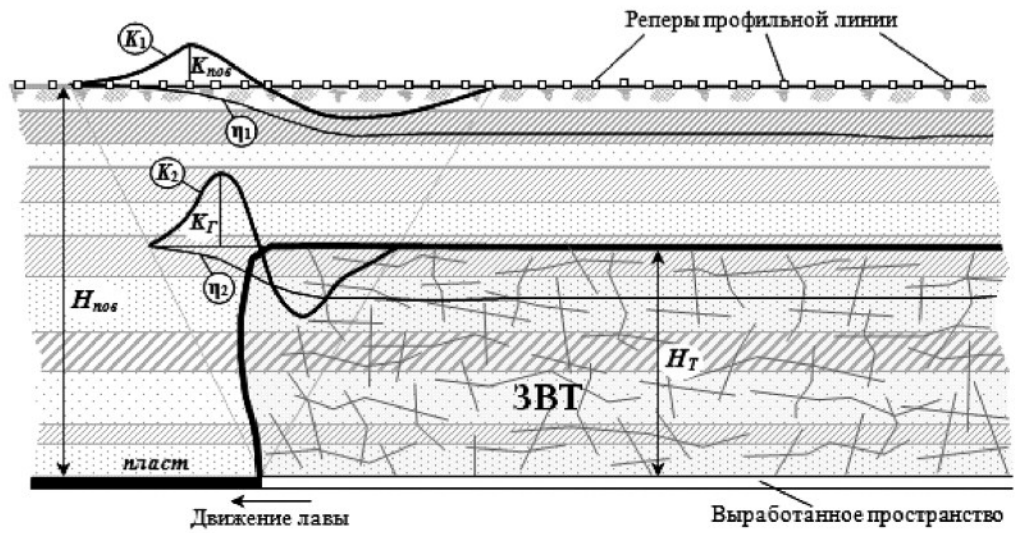
- распределение натуральных значений кривизны поверхности, получаемых из мониторинговых наблюдений за сдвижением реперов профильных линий.

Мониторинг изменения высоты распространения зоны водопроницающих трещин (ЗВТ) реализуется следующим образом. На участке подработки лавой водоносного горизонта, или затопленных горных выработок, или при подходе горными работами по лаве под наземный естественный или искусственный водоток, водоем на поверхности над будущим выработанным пространством лавы закладывают профильную линию реперов в пределах выработанного пространства лавы на линии, совпадающей с главным сечением мульды сдвижения по простиранию пласта (рис. 1). Интервал между реперами принимают согласно рекомендациям [3, 4]. По реперам профильной линии организуются периодические серии измерений высотного положения этих реперов путем их нивелирования. Серия измерений включает в себя нивелирование всех реперов профильной линии. Первые две серии измерений производят для надежного определения начального высотного положения реперов до подработки профильной линии. Разница во времени между сериями не должна превышать 5 дней. За начальное (исходное) значение высотных отметок реперов принимают среднее из двух серий наблюдений.

Для получения данных о развитии процесса сдвижения проводят не менее четырех серий наблюдений. Интервалы времени между указанными четырьмя сериями наблюдений (в сутках) ориентировочно можно принять согласно рекомендациям [3, 4].

При сложных горно-геологических условиях (тектонические нарушения, трещиноватые горные породы, породы, склонные к зави-

Рис. 1. Схема мониторинга изменения высоты распространения зоны водопродящих трещин (ЗВТ)



санию при их подработке и др.) в зависимости от степени их сложности частоту мониторинговых наблюдений увеличивают относительно рекомендуемой.

Величины вертикальных сдвижений и деформаций, к которым относятся оседания, наклоны и кривизна, получают по материалам обработки периодических нивелировок реперов профильной линии.

Величину оседания (вертикального сдвижения) каждого репера профильной линии определяют как разность отметок репера начального и последующего наблюдений. Распределение оседаний по реперам профильной линии на поверхности, полученное относительно начального наблюдения, показано на рис. 1 в виде кривой « η_1 ». Используя оседания, определяют наклоны каждого интервала между реперами профильной линии как разность оседаний (вертикальных сдвижений) переднего и заднего реперов, деленную на горизонтальную длину интервала между ними. По полученному распределению наклонов определяют кривизну как разность наклонов последующего и предыдущего интервалов, деленную на полусумму горизонтальных длин последующего и предыдущего интервалов. Распределение кривизны по реперам профильной линии на поверхности, полученное относительно начального наблюдения, показано на рис. 1 в виде кривой « K_1 ».

Таким образом, после очередной серии наблюдений на основе полученного распределения оседаний « η_1 » сначала получают распределение наклонов, затем — распределение кривизны « K_1 », из которого отбирается максимальное ее значение $K_{нов}$ (см. рис. 1).

Используя эту максимальную кривизну поверхности, определяют, на каком расстоянии по вертикали от разрабатываемого пласта находится слой с кривизной, равной граничной кривизне K_r или, другими словами, на какую высоту относительно кровли разрабатываемого пласта распространилась зона водопродящих трещин (ЗВТ) H_T (см. рис. 1):

$$H_T = H_{нов} \cdot \sqrt{\frac{K_{нов}}{K_r}}, \quad (1)$$

где H_T — расстояние по вертикали от разрабатываемого пласта до слоя с кривизной, равной граничной кривизне K_r или высота распространения ЗВТ; $H_{нов}$ — расстояние по вертикали от разрабатываемого пласта до реперов профильной линии в мульде сдвижения на поверхности (рис.1); $K_{нов}$ — максимальное значение кривизны из маркшейдерских мониторинговых наблюдений по этой профильной линии реперов на поверхности.

Действуя таким образом с другими, последующими сериями наблюдений, можно отслеживать и контролировать изменение высоты ЗВТ (H_T) по изменениям максимальной кривизны ($K_{нов}$), получаемой из маркшейдерских мониторинговых нивелировок по реперам профильной линии на поверхности. Это позволяет оперативно принимать решения по безопасным выемкам угля (полезного ископаемого) под водными объектами (наземными естественными и искусственными водотоками, водоемами, водоносными горизонтами, затопленными горными выработками). Используя данные мониторинга за весь период его проведения, можно проследить и проанализировать за этот период, как разви-

валась ЗВТ вследствие ведения горных работ. Результаты анализа впоследствии можно будет использовать для прогноза развития ЗВТ на других участках шахтного поля.

Выражение (1) является соотношением между максимальными величинами вертикальных сдвижений и деформаций поверхности и слоев массива горных пород, установленным С. Г. Авершиным [5]. Так, отношение величин максимальных оседаний поверхности и слоя пород массива обратно пропорционально корню квадратному из расстояний до точек фиксирования максимальных оседаний (рис. 2):

$$\eta_1/\eta_2 = \sqrt{H_2/H_1}, \quad (2)$$

где η_1 – максимальное оседание поверхности, находящейся на расстоянии по вертикали H_1 от выработки; η_2 – максимальное оседание слоя пород, расположенного на расстоянии по вертикали H_2 от выработки (см. рис. 2). Отношение максимальных наклонов поверхности и слоя пород массива обратно пропорционально расстояниям до точек фиксирования максимальных наклонов:

$$i_1/i_2 = H_2/H_1, \quad (3)$$

где i_1 – максимальный наклон поверхности, находящейся на расстоянии по вертикали H_1 от выработки; i_2 – максимальный наклон слоя пород, расположенного на расстоянии по вертикали H_2 от выработки (см. рис. 2). Отношение максимальной кривизны по-

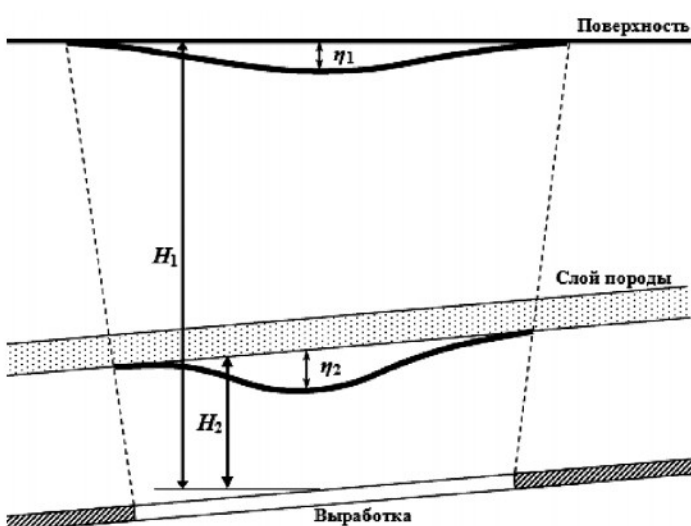


Рис. 2. Схема распределения максимальных оседаний поверхности и некоторого слоя в массиве относительно очистной выработки

верхности и слоя пород обратно пропорционально квадрату расстояний от выработки до поверхности и от выработки до слоя породы:

$$K_1/K_2 = H_2^2/H_1^2, \quad (4)$$

где K_1 – максимальная кривизна поверхности, находящейся на расстоянии по вертикали H_1 от выработки; K_2 – максимальная кривизна слоя пород, расположенного на расстоянии по вертикали H_2 от выработки (см. рис. 2).

Соотношение (4) применительно к схеме, приведенной на рис. 1, можно записать следующим образом:

$$\frac{K_{нов}}{K_{Г}} = \frac{H_{Г}^2}{H_{нов}^2}, \quad (5)$$

где $H_{Г}$, $H_{нов}$, $K_{нов}$, $K_{Г}$ – см. формулу (1). Отсюда получается, что

$$H_{Г} = H_{нов} \cdot \sqrt{\frac{K_{нов}}{K_{Г}}}. \quad (6)$$

Натурные исследования деформирования массива горных пород в комплексе с натурными определениями высоты распространения ЗВТ в условиях первичной и повторных подработок, проведенные в основных угольных бассейнах, показали, что высота распространения ЗВТ зависит от содержания пород глинистого состава в подрабатываемой толще (А) и местоположения слоев различной мощности относительно выработанного пространства пласта (с) [6–8]. При прогнозах развития высоты ЗВТ это учитывается через зависимость максимальной кривизны слоя на верхней границе ЗВТ, называемой граничной кривизной, от этих параметров А и с. Аналитическое выражение этой зависимости имеет следующий вид:

$$K_{Г} = 0.8 \cdot c \cdot e^{A \cdot 10^{-3}}, \quad (7)$$

где $K_{Г}$ – граничная кривизна (максимальная кривизна слоя на верхней границе ЗВТ, формирующаяся при изгибе этого слоя от неравномерности распределения вертикальных сдвижений горных пород в виде оседаний); с – относительный центр распределения слоев пород по их мощностям в подрабатываемом массиве горных пород; А – содержание

пород глинистого состава в долях от подрабатываемого массива горных пород; e – основание натуральных логарифмов.

Показатель c в каждом конкретном случае распределения слоев по мощности определяется по формуле

$$c = L_{\phi} / L, \quad (8)$$

где L_{ϕ} – фактическое положение центра распределения мощностей слоев; L – положение центра распределения мощностей слоев, если толща состоит из слоев одинаковой мощности.

Величина L_{ϕ} находится из выражения

$$L_{\phi} = \sum l_i / n, \quad (9)$$

где l_i – расстояние от кровли пласта до середин отдельных породных слоев, слагающих подрабатываемую толщу; n – количество слоев в толще пород над пластом. Положение центра распределения мощностей слоев L при наличии в толще слоев одинаковой мощности определится как

$$L = H/2, \quad (10)$$

где H – мощность подрабатываемой толщи. Параметры A и c определяются на основе использования информации геологических колонок разведочных скважин, составленных либо по отбору керна, либо по геофизическому каротажу.

Анализ влияния показателя c на H_T показал, что при одинаковых мощности подрабатываемой толщи горных пород и количестве слоев в составе этой толщи развитие ЗВТ будет протекать в зависимости от распределения в ней (толще) слоев с различными мощностями. При $c > 1$ более мощные слои подрабатываемой толщи сконцентрированы в 1-й (ближней к пласту) половине и высота ЗВТ (H_T) развивается на меньшую величину, чем при $c < 1$. И наоборот, при $c < 1$ более мощные слои подрабатываемой толщи сконцентрированы во 2-й (дальней от пласта) половине и высота ЗВТ (H_T) развивается на большую величину, чем при $c > 1$.

В методике мониторинга развития ЗВТ используются значения фактической кривизны, которую получают как вторая производная от измеренных, посредством периодических нивелировок, вертикальных смещений реперов профильной линии. Это означает, что можно увеличить частоту серий наблюдений за счет определений только вертикальных смещений реперов профильных линий методом геометрического нивелирования. Такая особенность мониторинга существенно повысит оперативность и надежность контроля за геомеханическим состоянием подрабатываемого массива горных пород с точки зрения развития в нем техногенных водопроводящих трещин, образующих, в свою очередь, зону водопроводящих трещин.

В граничной кривизне, определяемой по формуле (7), учтено влияние на водоупорные свойства подрабатываемой толщи реологических свойств слоев глинистого состава и структурной особенности строения подрабатываемой толщи через относительный центр распределения в ней слоев пород по их мощностям. Соответственно эти факторы были учтены вхождением граничной кривизны в структуру формулы (1), по которой высота ЗВТ определяется в зависимости от уровня фактически достигнутой максимальной кривизны на момент ее получения из периодических наблюдений за сдвижением и деформациями реперов профильной линии, заложенной на поверхности.

Таким образом, на базе систематических наблюдений за сдвижением и деформациями поверхности можно осуществлять оперативный контроль за изменениями высоты распространения ЗВТ с учетом конкретных горногеологических условий ведения горных работ. В общем случае для прогнозного мониторинга развития ЗВТ можно использовать кривизну поверхности, достоверно получаемую любым способом: расчетным методом (например, основанным на использовании типовых функций распределения сдвижений и деформаций [9, 10]), в результате численного моделирования геомеханических процессов методом конечных элементов, из физического моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев В. Н., Рожнов Е. С. Сдвигение и деформации слоев массива горных пород с образованием техногенных водопроводящих трещин // Записки Горного института. 2011. Т. 190. С. 274–277.
2. Гусев В. Н. Прогноз безопасных условий разработки свиты угольных пластов под водными объектами на основе геомеханики техногенных водопроводящих трещин // Записки Горного института. 2016. Т. 221. С. 638–643.
3. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях / Мин-во угольной промсти СССР: Утв. 30.12.87. Разраб. ВНИМИ. Сост. И. А. Петухов, Н. И. Митичкина, В. Н. Земисев и др. М.: Недра, 1989. 96 с.
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений / М-во цв. мет. СССР. Горное управление: Введ. 3.07.86. Разраб. ВНИМИ, ВНИПИгорцветмет. М.: Недра, 1988. 112 с.
5. Авершин С. Г. Горные работы под сооружениями и водоемами. М.: Углетехиздат, 1954. 324 с.

REFERENCES

1. Gusev V. N., Rozhnov E. S. The shifts and deformation of the layers of the rock mass with the formation of technogenic water-conducting cracks. *Notes of the Mining Institute*. 2011. Vol. 190. pp. 274–277.
2. Gusev V. N. Forecast of safe conditions for mining of a coal seams suite under water bodies based on geomechanics of technogenic water-conducting cracks. *Notes of the Mining Institute*. 2016. Vol. 221. pp. 638–643.
3. Instructions for monitoring the movement of rocks, the earth's surface and structures in the zone of influence of underground mining in coal and shale deposits / Ministry of Coal Industry of the USSR: Approved. 12/30/87. Developed by VNIMI. Compiled by I. A. Petukhov, N. I. Mitichkina, V. N. Zemisev et al. M.: Subsoil, 1989. 96 p.
4. Instructions for monitoring the movement of rocks and the earth's surface during underground mining of ore deposits / USSR Ministry of Non-Ferrous Metallurgy. Mining Administration: Introduced on 3.07.86. Developers of VNIMI, VNIPI of mining non-ferrous metallurgy. M.: Subsoil, 1988. 112 p.
5. Avershin S. G. *Mining under buildings and reservoirs*. M.: Ugletekhizdat, 1954. 324 p.
6. Patent No 2477792. The method of determining the height of the zone of water-conducting cracks above

6. Патент № 2477792. Способ определения высоты зоны водопроводящих трещин над выработанным пространством на пластовых месторождениях / В. Н. Гусев, А. С. Миронов, Д. А. Илюхин. Опубл. 20.03.2013. Бюл. № 8.
7. Гусев В. Н. К вопросу учета мощности, механических свойств и местоположения слоев толщи при их изгибе // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2000. Т. 6. С. 128–129.
8. Гусев В. Н., Миронов А. С., Анопов Е. В., Илюхин Д. А. Геомеханическая оценка развития зон водопроводящих трещин в подрабатываемой толще // Маркшейдерский вестник. 2011. № 5. С. 39–42.
9. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях / Минтопэнерго РФ; РАН; Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела – Межотраслевой науч. центр ВНИМИ. СПб., 1998. 291 с.
10. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей / 5-я редакция. Разраб. ГИ УрО РАН. Сост. Б. А. Крайнев, А. А. Барях, Н. А. Самodelкина, М. О. Ковалевский и др. 2014.

- the mined-out space in the stratified mineral deposits / V. N. Gusev, A. S. Mironov, D. A. Ilyukhin. Publication 03/20/2013. Bulletin Number 8.
7. Gusev V. N. On the issue of accounting for power, mechanical properties and location of layers of massif during their bending. *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2000. Vol. 6. pp. 128–129.
8. Gusev V. N., Mironov A. S., Anopov E. V., Ilyukhin D. A. Geomechanical assessment of the development of zones of water-conducting cracks in an array of mining operations. *Mine surveying bulletin*. 2011. No. 5. pp. 39–42.
9. Rules for the protection of structures and natural objects from the harmful effects of underground mining in coal deposits. Ministry of Fuel Energy of the Russian Federation. RAS State Research Institute of Mining Geomechanics and Mine Surveying – Intersectoral Research Center of VNIMI. St. Petersburg, 1998. 291 p.
10. *Guidelines for the protection of mines from flooding and the protection of undermining facilities at the Verkhnekamsk potassium-magnesium salts deposit*. 5th edition. Developer GI UrB RAN. Compiled by B. A. Krainev, A. A. Baryakh, N. A. Samodelkina, M. O. Kovalevsky et al. 2014.

Гусев Владимир Николаевич, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой маркшейдерского дела, Санкт-Петербургский горный университет, тел. +7 (812) 3-288-259, e-mail: kmd@spmi.ru

Gusev Vladimir Nikolaevich, Dr. tech. sciences, professor, head of the Department mine surveying, St. Petersburg Mining University, tel. +7 (812) 3-288-259, e-mail: kmd@spmi.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДИЕНТОВ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА

Рассмотрена проблема формирования оседаний земной поверхности при эксплуатации месторождений углеводородов. Приведен обзор существующих моделей формирования этих явлений, и, опираясь на наиболее оптимальную модель для анализа тектонофизических процессов с учетом генетической составляющей оседания, а именно модель деформируемого пласта, авторами в работе были получены выражения для 3d-распределений градиентов смещений земной поверхности, которые представляют собой формализованную оценку геодинамической опасности.

Ключевые слова: оседания земной поверхности; деформируемый пласт; модели формирования; градиенты смещений; обширные просадки; математическое моделирование.

G. O. Abramyan, D. K. Kuzmin

MODELING OF EARTH SURFACE DISPLACEMENT GRADIENTS IN OIL AND GAS FIELDS UNDER DEVELOPMENT

The problem of formation of subsidence of the earth's surface in the operation of hydrocarbon fields is considered. The review of existing models of formation of these phenomena, and based on the most optimal model for the analysis of tectonophysical processes, taking into account the genetic component of subsidence, namely the model of the deformable fields, the authors have obtained expressions for 3d distributions of gradients of displacements of the earth's surface, which are a formalized assessment of geodynamic danger.

Keywords: subsidence of the earth's surface; a deformable field; models of formation; gradients of displacement; extensive subsidence; mathematical modeling.

Введение

Как известно, в соответствии с п. 263 «Инструкции по производству маркшейдерских работ» (РД 07-603-03), проектную документацию на создание системы наблюдений составляют на основе горно-геологического обоснования, в которое включают «количественную оценку горизонтальной и вертикальной составляющих векторов движения, величин, характеризующих деформации массива горных пород и земной поверхности, скорости изменения этих величин.

Вместе с тем в этом документе не конкретизируется, какие именно деформации массива горных пород имеются в виду. Более того, как следует из физических основ механики деформируемых сред, термин «деформация»

обычно используется в двух вариантах: как описание явления и как количественная характеристика (показатель) интенсивности деформационного процесса. В первом случае деформация – это явление изменения формы и размеров изучаемых объектов. Во втором – это относительная деформация, которая характеризует отношение вертикальных или горизонтальных смещений двух или более точек, например, на земной поверхности к первоначальному расстоянию между точками.

В этой связи возникает ситуация, когда, проводя измерения горизонтальных или вертикальных составляющих векторов смещения, можно считать, что осуществляется «количественная оценка величин, характеризующих деформации массива горных пород

и земной поверхности, скорости изменения этих величин».

Однако для того, чтобы оценить уровень промышленной опасности (потенциальной аварийности) объектов инфраструктуры месторождений углеводородов (УВ) на геодинамической основе, необходимо сопоставлять результаты измерений с нормативными показателями предельно допустимых (опасных) деформаций различного типа [1, 2, 3]. А эти показатели в большинстве случаев выражаются в виде относительных деформаций.

В соответствии с рядом нормативных документов (СП 11-104 – 97; СП 47. 13330. 201 и др.) предельно допустимые, за весь период эксплуатации сооружений, деформации не должны превышать: относительное горизонтальное сжатие или растяжение – 10^{-3} , наклон – $3 \cdot 10^{-3}$, относительную неравномерность осадок земной поверхности – $6 \cdot 10^{-3}$. Естественно, что эти величины математически выражаются в форме горизонтальных градиентов горизонтальных или вертикальных смещений соответственно. Относительно наклонов необходимо иметь в виду, что они могут быть выражены либо как горизонтальные градиенты вертикальных смещений, либо как вертикальные градиенты горизонтальных.

В данной работе приведены результаты математического моделирования распределения градиентов вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности (наклонов и горизонтальных деформаций), обусловленных разработкой месторождений УВ.

Обзор существующих моделей формирования оседаний земной поверхности на месторождениях УВ

Для того чтобы на модельном уровне оценивать градиенты смещений, необходимо использовать такую модель, которая позволила бы получать выражения для вертикальных и горизонтальных смещений. Эта модель должна максимальным образом соответствовать действительности. К настоящему времени имеется ряд моделей, который условно можно разделить на три группы.

К первой группе относится полуаналитическая (инженерная) модель Гирстма [4]. В ней используется коэффициент уплотнения, который был получен по экспериментальным

данным путем многочисленных испытаний кернового материала в условиях одноосного сжатия. Он является аналогом коэффициента сжимаемости, что подробно разъяснено в работе [5]. Значение этого коэффициента выбирается в зависимости от пористости и состава горных пород. Далее, принимая во внимание изменение пластового давления в этой модели, оценивается оседание пласта-коллектора. Предполагается, что оседание земной поверхности происходит ровно настолько, насколько происходит оседание, или сжимаемость пласта. В природе же помимо деформаций самого пласта также деформируется и вышележащая толща.

Вторая группа – аналитические модели – это так называемая модель деформируемого пласта Кузьмина-Черныха, которая берет свое начало в работах [3, 6]. В ней получены формулы для вертикальных и горизонтальных смещений поверхности упругого полупространства, внутри которого помещен объект правильной геометрической формы (сфера, цилиндр, прямоугольный параллелепипед и т. д.). Здесь использовался аппарат теории деформационных ядер (фундаментальных решений в форме функций Грина). В дальнейшем усовершенствовании этой модели был учтен эффект весомости среды и генезис образования залежи. Оценки показали, что добавочные дополнительные оседания, за счет влияния веса пласта, достигают 15–20 %. Кроме того, была учтена генетическая составляющая. Это означает, что учитывается история возникновения месторождения (как правило, это структуры антиклинального типа). Генетическая поправка учитывает те силы, которые сформировали саму залежь.

Возникает баланс трех силовых факторов, формирующих итоговое оседание:

- 1) изменение пластового давления, которое уменьшает объем пласта и приводит к оседаниям поверхности;
- 2) вес вышележащей (над пластом) толщи, который добавляет оседания;
- 3) генетическая поправка, т. е. действующие вверх силы, которые сформировали эту антиклинальную залежь и уменьшают оседания [5].

В итоге конкуренция этих трех сил и приводит к формированию окончательной ам-

плитуды оседания земной поверхности при разработке месторождения. Здесь важно отметить, что наличие аналитических моделей позволяет создавать гибридные (численно-аналитические) модели, когда, используя принцип суперпозиции решений от призматических элементов различного размера, можно моделировать пластовые условия со сложной геологической структурой.

Существует также и ряд численных моделей, которые в отличие от аналитических могут, применяя методы конечных или граничных элементов, учитывают более сложную геометрию пласта, разбивая его тем самым на отдельные элементы. Применительно к оценке оседаний нефтегазовых месторождений наиболее разработанной моделью является «шатровая», конечно-элементная модель Кашникова-Ашихмина [7], которая успешно применялась на ряде месторождений.

При этом необходимо отметить, что при делении продуктивного пласта условно на 1000 «кубиков», ввиду дефицита исходных геологических данных, приходится использовать в качестве заполнения этих кубиков некое среднее значение коэффициентов пористости, сжимаемости и пластового давления. Этот факт является существенным ограничением этих моделей при их использовании для анализа смещений и их затуханий с расстоянием. Особенно остро стоит вопрос с дефицитом данных по определению коэффициентов сжимаемости. Этот показатель мы получаем из петрофизических испытаний кернов горных пород, отобранных в скважинах, а такие скважины на всем месторождении исчисляются, как правило, единицами даже для крупных нефтегазовых объектов. Так как коэффициент сжимаемости порового (трещинного) пространства является одним из наиболее ключевых параметров для оценки оседания земной поверхности, то, по сути, несмотря на детализацию геометрии пласта, исследователь приходит к некой неоднородной по строению геомеханической модели месторождения, но однородной по деформационным свойствам продуктивного пласта (пластов) – коллектора. Градиенты смещений в этой модели приходится вычислять в каждом конкретном конечном элементе,

а затем суммировать их по всему пласту, что также является не совсем корректной процедурой.

Поэтому, когда необходимо проанализировать тектонофизику процесса, формирующего оседания земной поверхности и, особенно, распределение градиентов смещений, то целесообразно использовать модель деформируемого пласта Кузьмина-Черныха. Эта модель была неоднократно апробирована на ряде месторождений (включая шельфовые), где расчетные смещения были напрямую сопоставлены с результатами маркшейдерско-геодезического мониторинга [8, 9]. А для того чтобы конкретизировать эти оседания с учетом генетической составляющей оседания, мы для дальнейших исследований используем генетическую модель деформируемого пласта Ю. О. Кузьмина.

Моделирование вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности и их градиентов

В данном исследовании авторы, основываясь на базовых принципах вышеописанной генетической модели деформируемого пласта-коллектора, продолжили ее усовершенствование. В свое время в работе [3] удалось получить общее интегральное уравнение для смещений упругого полупространства, а далее, применяя гравидеформационную аналогию, получить и формулы для расчета вертикальных и горизонтальных смещений для случая плоской деформации, а затем и для объемной задачи для вертикальных смещений (1). При переходе в объемную задачу для горизонтальных смещений было осуществлено прямое интегрирование функции Грина и в результате несложных, но громоздких вычислений впервые получены выражения для 3d-распределения горизонтальных смещений земной поверхности (2):

$$U_z = (a-x) \cdot \ln\left(b-y + \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2}\right) + (b-y) \cdot \ln\left(a-x + \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2}\right) + d \left(\arctg \frac{b-y}{d} - \arctg \frac{(a-x) \cdot (b-y)}{d \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2}} \right) \Bigg|_{a_1, b_1, d_1}^{a_2, b_2, d_2} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 U_x = & d \cdot \text{Ln} \left(b - y + \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2} \right) + \\
 & + (b-y) \cdot \text{Ln} \left(d + \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2} \right) + \quad (2) \\
 & + (a-x) \cdot \left(\text{arctg} \frac{d}{(a-x)} - \right. \\
 & \left. - \text{arctg} \frac{d \cdot (b-y)}{(a-x) \cdot \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2}} \right) \Bigg|_{a_1, b_1, d_1}^{a_2, b_2, d_2}
 \end{aligned}$$

Для упрощения представления формулы (1) и (2) представлены в виде, когда общие выражения проинтегрированы, но подстановка пределов еще не осуществлена. Координаты центра пласта (0, 0, 0). Здесь: a_2 – полуширина пласта от 0 до +x; a_1 – полуширина пласта от 0 до -x; b_2 – полудлина пласта от 0 до +y; b_1 – полудлина пласта от 0 до -y; d_2 – глубина до нижней кромки пласта; d_1 – глубина до верхней кромки пласта. При этом следует иметь в виду, что все формулы, приведенные в данной работе, относятся к «геометрическому» множителю для формул смещений и их градиентов, который описывает пространственное распределение параметров. «Физический» множитель имеет вид $\Phi = m \cdot \beta \cdot \Delta P$, где: m – коэффициент пористости, β – коэффициент сжимаемости порового пространства, ΔP – изменение пластового давления.

На рис. 1 представлен трехмерный вариант реализации этой модели, на примере одного газоконденсатного месторождения: $2a = 30$ км, $2b = 45$ км, $d_1 = 3,944$ м, $d_2 = 4,056$ м. Распределения вертикальных смещений земной поверхности от этого пласта построены при изменении пластового давления $\Delta P = 11$ МПа, коэффициенте сжимаемости порового пространства $\beta = 0,001$ и величине коэффициента пористости $m = 0,17$. Максимальная амплитуда оседания наблюдается в точке (0,0) и равна 1,055 м.

Для сопоставления с 3d-распределением горизонтальных смещений представим на рис. 2 графики в изолиниях. Мы видим принципиальную особенность: в центре, где вертикальные смещения максимальны, горизонтальные смещения равны нулю. Максимумы горизонтальных смещений (0,730 м) сосредоточены на краях пласта по его ширине. Черным пунктиром нанесена проекция пласта на земную поверхность.

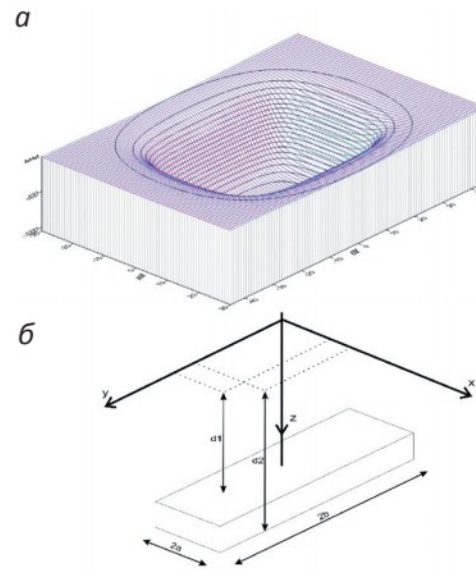


Рис.1. Распределение вертикальных смещений (а) от заданных параметров пласта (б) в изолиниях

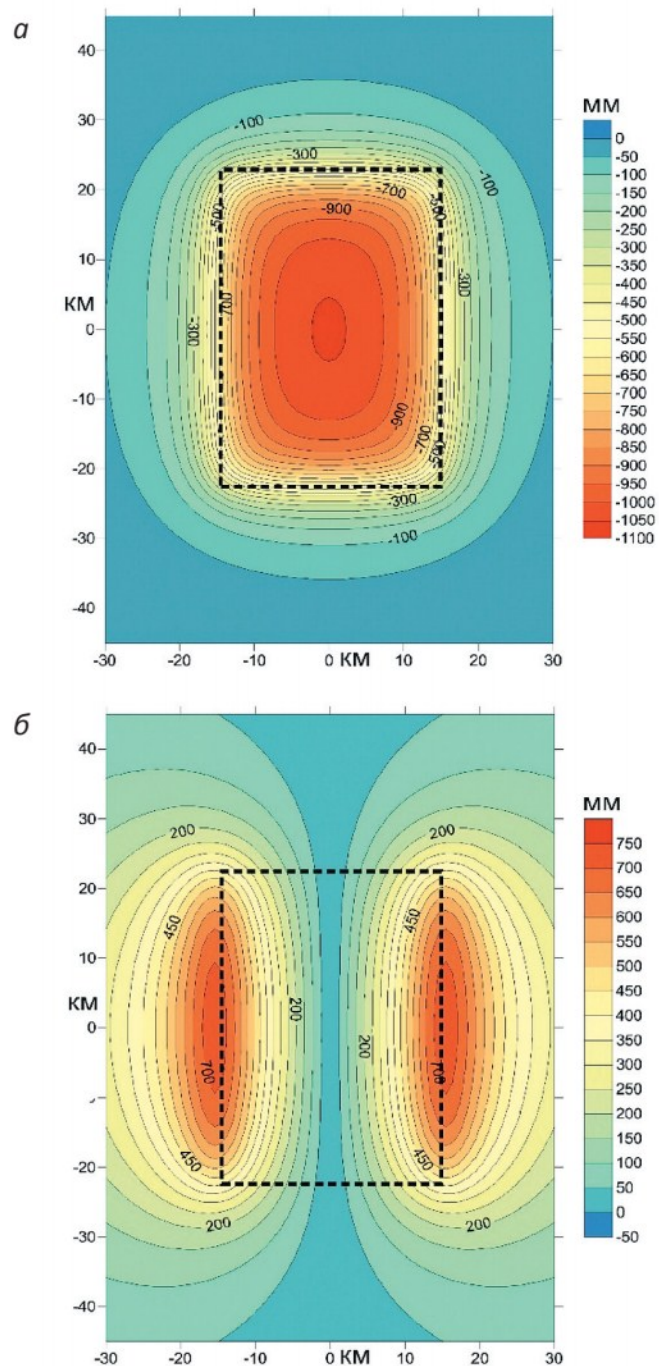


Рис. 2. Распределения вертикальных смещений (а) и горизонтальных смещений (б) земной поверхности при объемной постановке задачи

Для сравнения результатов решения в рамках объемной модели с плоской задачей, где не существует длины пласта ($2b = 0$), на рис. 3 приведены профильные графики вертикальных и горизонтальных смещений. Мы видим, что в случае плоской задачи (рис. 2, а) амплитуды вертикальных и горизонтальных смещений завышены (1,099 м, и 0,852 м). Отсутствие длины пласта сказывается и дает разницу между максимальными значениями вертикальных смещений 4,5 см, а между значениями максимальных горизонтальных смещений 12 см соответственно. Значит, для расчета градиентов смещений с большей точностью справедливо использовать объемную задачу. На рис. 3 также изображены границы пласта по ширине ($2a = 30$ км), и мы снова можем убедиться, что горизонтальные смещения максимальны на границах пласта.

Для перехода к формализованным оценкам геодинамической опасности, а именно к градиентам смещений, впервые получены выражения для распределения наклонов (горизонтальных градиентов вертикальных смещений) и распределений относительных горизонтальных деформаций (горизонталь-

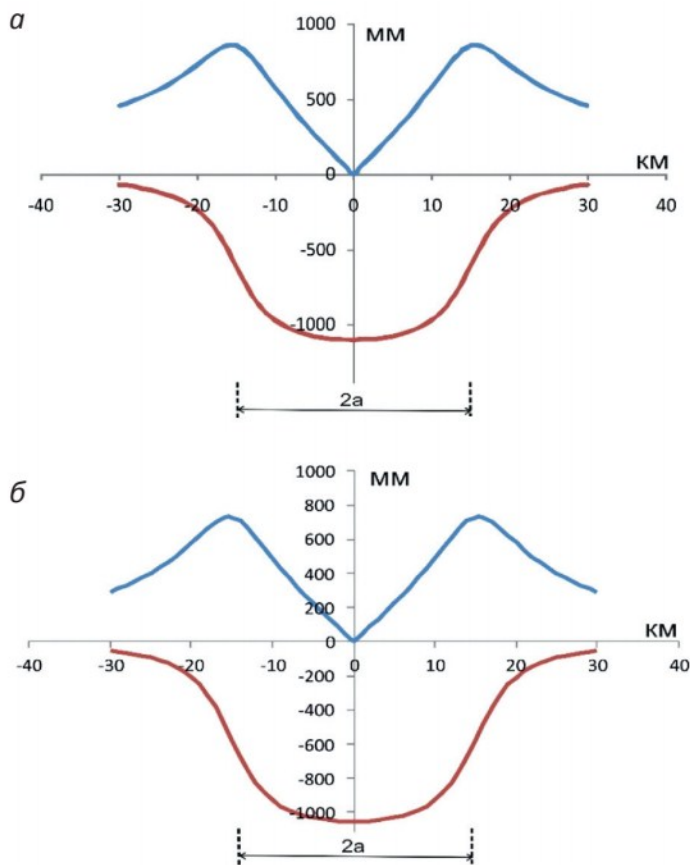


Рис. 3. Профильные графики вертикальных (красная кривая) и горизонтальных (синяя кривая) смещений в условиях плоской задачи (а) и объемной задачи (б)

ных градиентов горизонтальных смещений) для объемной модели. Для этого каждая из формул (1) и (2) была продифференцирована по dx и по dy , и полученные выражения приведены к модулю полного вектора $\sqrt{(d/dx)^2 + (d/dy)^2}$. Представим полученные формулы в следующем виде. Формула для распределений модуля полного вектора наклонов земной поверхности для объемной модели:

$$\varphi = \sqrt{G^2 + H^2}, \quad (3)$$

где:

$$G = A_{i,j,k} + B_{i,j,k} + C_{i,j,k} \quad \left\| \begin{matrix} i_2, j_2, k_2 \\ i_1, j_1, k_1 \end{matrix} \right.$$

– формула (1), продифференцированная по dx ;

$$H = D_{i,j,k} + E_{i,j,k} + F_{i,j,k} \quad \left\| \begin{matrix} i_2, j_2, k_2 \\ i_1, j_1, k_1 \end{matrix} \right.$$

– формула (1), продифференцированная по dy ;

$$A = \frac{-(a-x)^2}{R \cdot (b-y+R)} - \ln(b-y+R); \quad B = \frac{-(b-y)^2}{R};$$

$$C = \frac{d^2 \cdot R^2 \cdot (b-y) - d^2 \cdot (b-y) \cdot (a-x)^2}{d^2 \cdot R^3 + R \cdot (a-x)^2 \cdot (b-y)^2}; \quad D = \frac{-(a-x)}{R};$$

$$E = \frac{-(b-y)^2}{R \cdot (a-x+R)} - \ln(a-x+R);$$

$$F = \frac{-d^2}{d^2 + (b-y)^2} - \frac{d^2 \cdot (a-x) \cdot (b-y)^2 - d^2 \cdot R^2 \cdot (a-x)}{d^2 \cdot R^3 + R \cdot (a-x)^2 \cdot (b-y)^2};$$

$$R = \sqrt{(a-x)^2 + (b-y)^2 + d^2},$$

где пределы интегрирования i_2, j_2, k_2 и i_1, j_1, k_1 соответствуют переменным a_2, b_2, d_2 и a_1, b_1, d_1 .

Формула для 3d-распределений относительных горизонтальных деформаций была представлена аналогичным образом:

$$\varepsilon = \sqrt{L^2 + M^2}, \quad (4)$$

где:

$$L = A'_{i,j,k} + B'_{i,j,k} + C'_{i,j,k} \quad \left\| \begin{matrix} i_2, j_2, k_2 \\ i_1, j_1, k_1 \end{matrix} \right.$$

– формула (2), продифференцированная по dx ;

$$M = D'_{i,j,k} + E'_{i,j,k} + F'_{i,j,k} \quad \left\| \begin{matrix} i_2, j_2, k_2 \\ i_1, j_1, k_1 \end{matrix} \right.$$

– формула (2), продифференцированная по dy ;

$$A' = \frac{-d \cdot (a-x)}{b \cdot R - y \cdot R + R^2}; \quad B' = \frac{-(b-y) \cdot (a-x)}{d \cdot R + R^2};$$

$$C' = \frac{d \cdot (a-x)}{d^2 + (a-x)^2} - \frac{d \cdot R^2 \cdot (b-y) \cdot (a-x) + d \cdot (b-y) \cdot (a-x)^3}{(a-x)^2 \cdot d^2 \cdot R \cdot (b-y)^2}$$

$$D' = \frac{d \cdot y - d \cdot R - d \cdot b}{b \cdot R - y \cdot R + R^2}; \quad E' = \frac{-(b-y)^2}{R \cdot d + R^2} - \ln(d+R);$$

$$F' = \frac{d \cdot (a-x)^2 \cdot R^2 - d \cdot (a-x)^2 \cdot (b-y)^2}{(a-x)^2 \cdot R^3 + R \cdot d^2 \cdot (b-y)^2}.$$

По полученным выражениям (3) и (4) для градиентов смещений, применяя все те же геометрические параметры пласта и физические свойства, строим графики (рис. 4)

Красным цветом на рис. 4 показаны максимальные области значений градиентов смещений. Мы видим, что наклоны достигают порядка 10^{-4} , а максимальные значения относительных горизонтальных деформаций достигают $0,6 \cdot 10^{-4}$. Следует заметить, что эти максимальные значения снова сосредоточены на границах пласта. Этого и следовало ожидать, поскольку когда речь идет о градиентах, то они всегда имеют наибольшие значения в местах наибольшего перепада распределения величин.

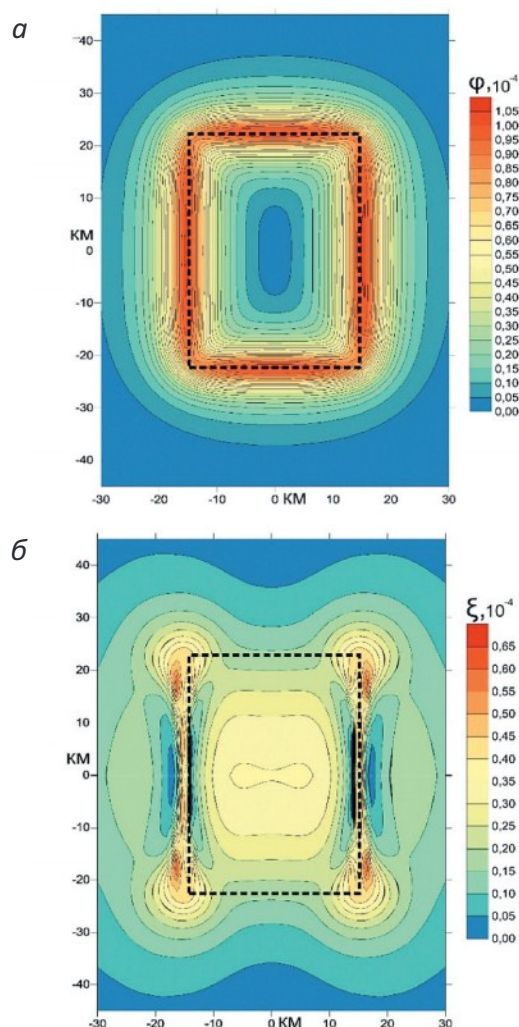


Рис. 4. Распределения наклонов земной поверхности (а) и относительных горизонтальных деформаций (б) в объемной постановке задачи

Для более наглядной иллюстрации распределения наклонов и относительных деформаций от объемной модели, на рис. 5 они сопоставлены с плоской задачей в виде профильных графиков.

Важно отметить что наклоны, проходя через точку 0, меняют свой знак, и кривая носит асимметричный характер. Как и в случае сравнения смещений на рис. 3, здесь также заметно, что в случае плоской задачи (рис. 5, а) максимальные значения наклонов и деформаций немного завышены. Поэтому наиболее точными являются значения, полученные в рамках объемной задачи (рис. 5, б).

Как отмечалось во введении, полученные значения градиентов смещений можно сопоставлять с предельно допустимыми параметрами, которые определены нормативными документами как опасные деформации. Таким образом становится очевидно, что если за время эксплуатации данного газоконденсатного месторождения общее накопленное оседание земной поверхности в центре достигнет 1 метра, то опасных деформаций на уровне 10^{-3} там возникнуть не может. В случае если оседание составит около 10 метров, то соответственно опасные деформации появятся, судя по графикам, на границах разрабатываемого пласта. Но, как показывает обзор измеренных оседаний земной поверхности на различных месторожде-

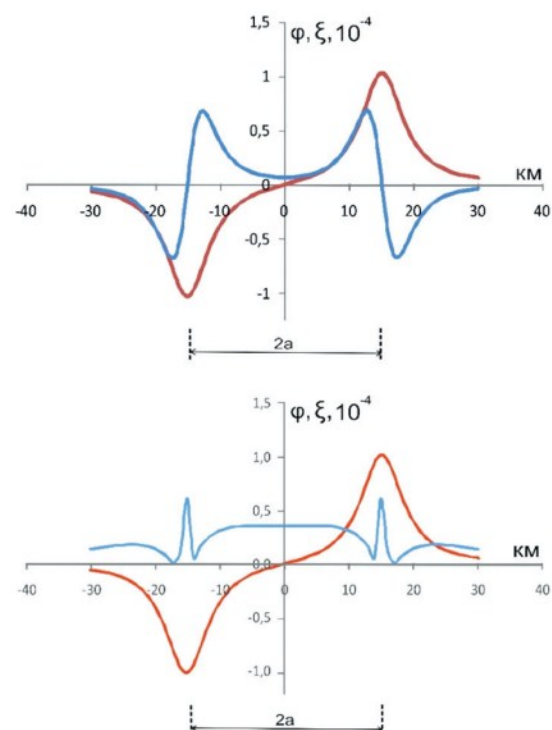


Рис. 5. Профильные графики наклонов (красная кривая) и относительных горизонтальных деформаций (синяя кривая) в условиях плоской задачи (а) и объемной задачи (б)

ниях нефти и газа [1, 3], амплитуды величиной в несколько метров и, тем более, десятков метров представляют собой крайне редкое явление.

Заключение

Из проведенного исследования следует вывод, что обширные просадки земной поверхности, как одни из основных геодинамических последствий при разработке месторождений нефти и газа, в подавляющем большинстве случаев не формируют опасные деформации,

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамян Г. О., Кузьмин Д. К., Кузьмин Ю. О.* Решение обратных задач современной геодинамики недр на месторождениях углеводородов и подземных хранилищах газа // *Маркшейдерский вестник*. 2018. № 4. С. 52–61.
2. *Кузьмин Ю.О., Никонов А. И.* Геодинамический мониторинг объектов нефтегазового комплекса // *Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности*. Вып. 2. М.: ГЕОС, 2002. С. 427–433.
3. *Кузьмин Ю. О.* Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании // М.: Агентство Экономических Новостей, 1999. 220 с.
4. *Geertsma J.* Land subsidence above compacting oil and gas reservoirs // *Journal of petroleum technology*. 1973. V. 50. June. P. 734–744.
5. *Кузьмин Ю. О.* Еще раз об оценке оседания дна акватории в случае разработки сеноманской залежи

REFERENCES

1. *Abramyan G. O., Kuzmin D. K., Kuzmin Yu. O.* Solution of inverse problems of recent geodynamics of subsoil in hydrocarbon fields and underground gas storage facilities. *Mine surveying bulletin*. 2018. No 4. pp. 52–61.
2. *Kuzmin Yu. O., Nikonov A. I.* Geodynamic monitoring of oil and gas facilities. *Fundamental basis of new technologies of oil and gas industry*. Iss. 2. M.: GEOS, 2002. pp. 427–433.
3. *Kuzmin Yu. O.* *Recent Geodynamics and Assessment of Geodynamic Risks in Subsurface Use*. Economic News Agency, Moscow, 1999. 220 p.
4. *Geertsma J.* Land subsidence above compacting oil and gas reservoirs. *Journal of petroleum technology*. 1973. V. 50. June. pp. 734–744.
5. *Kuzmin Yu. O.* Once again on the assessment of subsidence of the bottom of the water area in the case of the development of the Cenomanian deposit of one gas field. *Mine surveying bulletin*. 2010. No 1. pp. 53–60.

которые указаны в нормативных документах. Гораздо опаснее в этом смысле аномальные деформации, которые концентрируются в зонах тектонических разломов, расположенных в пределах месторождений. И второй важный вывод касается того, что для наблюдения высокоамплитудных деформаций земной поверхности использовать методы, изучающие горизонтальные смещения, располагая их в центре залежи, нецелесообразно.

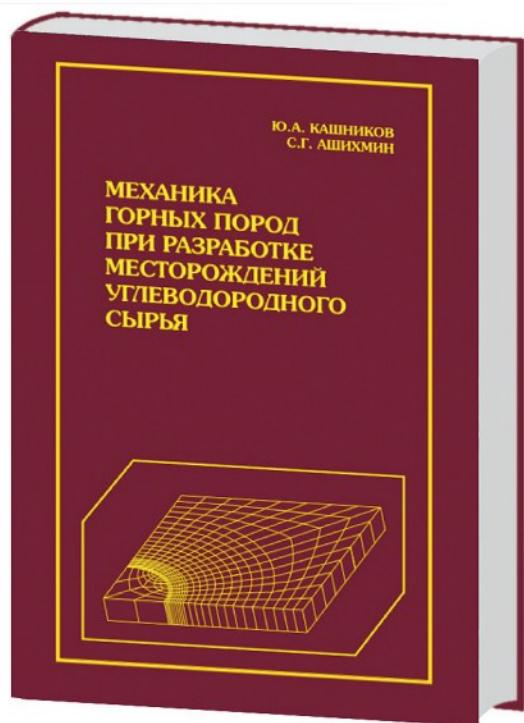
одного газового месторождения // *Маркшейдерский вестник*. 2010. № 1. С. 53–60.

6. *Черных В. А.* *Гидрогеомеханика нефтегазодобычи*. М.: ООО «ВНИИГАЗ», 2001. 249 с.
7. *Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г.* *Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья*. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 467 с.
8. *Жуков В. С., Кузьмин Ю. О., Полоудин Г. А.* Оценка процессов проседания земной поверхности при разработке газовых месторождений (на примере Северо-Ставропольского месторождения) // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. 2002. № 7. С. 54–57.
9. *Кузьмин Д. К., Кузьмин Ю. О., Фаттахов Е. А.* Моделирование современных геодинамических процессов в разломных зонах // *Материалы Всероссийской конференции «Современная геодинамика недр и эколого-промышленная безопасность объектов нефтегазового комплекса»*. М.: ООО «ТиРу», 2013. С. 90–100.
6. *Chernykh V. A.* *Hydrogeomechanical oil and gas production*. M.: «VNIIGAZ», 2001. 249 p.
7. *Kashnikov Yu. A., Ashikhmin S. G.* *Rock Mechanics in the development of hydrocarbon deposits*. M.: LLC «Nedra-business Center», 2007. 467 p.
8. *Zhukov V. S., Kuzmin Yu. O., Poloudin G. A.* Evaluation of the processes of subsidence of the earth's surface in the development of gas fields (on the example of the Severo-Stavropol deposit). *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. 2002. No 7. pp. 54–60.
9. *Kuzmin D. K., Kuzmin Yu. O., Fattakhov E. A.* Modeling of recent geodeformation processes in fault zones. *Proceedings of the recent geodynamics of subsoil and environmental and industrial safety of oil and gas facilities*. Materials of the All-Russian Conference. The Russian Academy of Sciences; Department of Earth Sciences; Institute of Oil and Gas Problems; Institute of Physics of the Earth. O. Yu. Schmidt. 2013. pp. 90–99.

Абрамян Георгий Оникович, канд. техн. наук, заведующий кафедрой геологии и маркшейдерского дела Горного института НИТУ МИСиС, тел. +7 (967) 070-44-24;
Кузьмин Дмитрий Кузьмич, младший научный сотрудник, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской Академии наук, тел. +7 (985) 439-88-72, e-mail: dimak1292@mail.ru
Abramyan George Onikovich, Ph.D. tech. sciences, head of the Department of geology and mine surveying of the Mining Institute NITU MISiS, tel. +7 (967) 070-44-24;
Kuzmin Dmitry Kuzmich, Junior Researcher, Institute of Physics of the Earth them. O. Yu. Schmidt of the Russian Academy of Sciences, tel. +7 (985) 439-88-72, e-mail: dimak1292@mail.ru

Ю. А. Кашников, С. Г. Ашихмин

МЕХАНИКА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ



Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья: монография / Ю. А. Кашников, С. Г. Ашихмин – М.: Издательство «Горная книга», 2019. – 496 с.: ил.

Как результат многочисленных исследований в области геомеханики при разработке месторождений нефти и газа появились монографии зарубежных ученых, которые в настоящее время известны специалистам всего мира. Это Charlez F. P. *Rock Mechanics. Volume 1, 2. Petroleum applications*, 1997, Zoback Mark D. *Reservoir Geomechanics*, 2007, Fjær E., Holt R. M., Horsrud P., Raaen A. M., Risnes R. *Petroleum Related Rock Mechanics*, 2008. К сожалению, в отечественной литературе отсутствуют подобного рода масштабные издания. Первой книгой, которая была посвящена проблемам геомеханики при разработке углеводородов, была книга Ю. А. Кашникова и С. Г. Ашихмина «Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья» (М.: ООО «Недра-Бизнес Центр», 2007. 467 с.). Она была достаточно тепло встречена научно-технической аудиторией и в определенной степени восполнила пробел в зна-

ниях по данной дисциплине, который имелся тогда среди специалистов.

Однако с момента издания той книги прошло свыше 10 лет и стремительно нарастающий интерес среди ученых и производителей к вопросам геомеханики показал, что к настоящему времени она существенно устарела, так как в ней не были отражены многие вопросы, которые в настоящее время приобрели высокую актуальность. Это, прежде всего, испытания физико-механических свойств продуктивных объектов и создание геолого-геомеханических моделей месторождений углеводородов, ориентированных на решение проблем повышения эффективности разработки и проблем устойчивости строящихся скважин. В связи с этим настоящее издание данной книги в определенной степени восполняет указанные пробелы. Кроме того, дополнены и переработаны практически все разделы, представленные в первой монографии.

Книга написана по материалам многочисленных исследовательских работ, выполненных в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ). Авторы не претендуют на широту охвата и завершенность исследований, так как фактически это первая в отечественной литературе книга по механике горных пород при нефте- и газодобыче. Вместе с тем авторы надеются, что представляемая вниманию широкой научной и производственной общественности монография послужит не только развитию и углублению этой чрезвычайно интересной области знаний, но и поможет в решении многих практических и научных задач.

Данная книга адресована, прежде всего, специалистам, занимающимся вопросами разработки месторождений углеводородов и решением проблем устойчивости скважин, а также студентам ВУЗов. Однако она вызовет безусловный интерес у инженерно-технических работников маркшейдерских отделов предприятий нефтяной и газовой промышленности.

ГУКОВСКИЙ МУЗЕЙ ШАХТЕРСКОГО ТРУДА ИМЕНИ Л. И. МИКУЛИНА

Гуковский музей шахтерского труда имени Л. И. Микулина – один из уникальных музеев в европейской части России, рассказывающий о зарождении и развитии угольного производства, о людях, внесших свой вклад в это нелегкое дело.

Краеведческий музей был создан на базе школьного музея под руководством Микулина Леонида Ивановича. В 1965 году он был торжественно открыт в День шахтера и принял первых посетителей. В 1998 году музей получил новое здание, а в 2000 году, в преддверии Дня шахтера, состоялось торжественное открытие «музея-шахты». Это событие оказалось значимым не только в масштабах шахтерского города Гуково Ростовской области, но и вызвало неподдельный интерес у иностранных партнеров ОАО «Гуковуголь».

Уникальные предметы коллекции горношахтного оборудования (фонды музея насчитывают 24 000 единиц) раскрывают историю зарождения горного дела на Дону, через призму значимых событий освещают историю угледобывающих предприятий Гуковского района.

Комплекс залов «Шахта» позволяет посетителю проследить историю шахтерского дела от дореволюционной лавы с лампой «бахмуткой», кайлом, обушком, санями, бузлуками до современного проходческого забоя, где представлены крепи горных выработок из различных материалов, горнопроходческие машины, угольный комбайн, бурильная установка, электровоз, конвейер, погрузочная машина, вентилятор, вагонетка людская. Многие реконструкции горных выработок представлены в натуральную величину.

Экспонаты свидетельствуют о событиях многовековой давности – образовании угольных пластов, разработка которых связана с Азовскими походами Петра Великого. Именно тогда донские казаки поднесли царю «черные камни» – горючий уголь. «Сей минерал если не нам, то нашим потомкам зело полезен будет», – молвил царь, издав указ «О посылке экспедиции на Дон». Но лишь в 1907 году гигантские норы прорезали гуковскую степь – появились первые шахты-«мышеловки».

Многочисленные архивные документы повествуют о строительстве в 1878 году Донецкой железной дороги и открытии станции Ковалево, в 1904 году переименованной в станцию Гуково, по прошению казачьего офицера Саввы Игнатьевича Гукова, владельца этих земель. В исторической памяти сохранились имена геологов, первых горнопромышленников, шахтовладельцев и шахтеров-революционеров, о которых посетитель, «опускающийся в забой», узнает через предметный мир.

«Бахмутка» – первая лампа шахтеров, была единственным средством освещения в шахте. Многозначительно прозванная «бог в помощь» лампа впервые стала применяться в XIX веке в Бахмутском уезде Екатеринославской губернии. Это была жестяная коптилка, которая набивалась смоченной мазутом паклей или тряпьем, без предохранительных сеток. Копоти она давала больше, чем света, и часто являлась причиной взрывов и пожаров, приводивших к многочисленным жертвам и на гуковских «мышеловках».

Первые орудия труда зарубщиков, основных рабочих в дореволюционной шахте – обушок, жезлонга, кайло. Зарубщики отмеривали свои паи, ложились на бок или становились на колени и начинали подрубивать и отбивать пласт, время от времени заменяя в кайлах малые зубья большими. Деревянные сани, найденные в старых подземных выработках гуковских шахт, грузили углем, и тягальщики (саночники), подтянув потуже ременные лямки, тащили по узким темным щелям шахт «солнечный камень», прикрепив к лаптям бузлуки металлические подковы.

Каждый год менял старое рудничное захолустье.

В атмосфере тридцатых годов XX века, когда на территории Гуково было обнаружено 16 угольных пластов, посетитель попадает с лампой бензиновой «Свет шахтера», которая и освещала подземные выработки, и служила индикатором для замера газа. Тачка – каталь, одноколесная с двумя параллельными ручками, использовалась для перевозки угля под землей и



на поверхности. Шахтер представлен «стахановцем», в шахтерском кителе. Рядом фотографии рабочего поселка Гуково: только что вошедших в эксплуатацию шахт, клуба «Красный шахтер» (там духовой оркестр, хор, кружки художественной самодеятельности, даже кинофильмы), детского сада и небольшой больницы.

Тогда же к шахте № 15/16 была подведена железная дорога. В экспозиции «Шахта» представлен рельсовый путь, хорошее состояние которого всегда являлось основой надежной и безопасной работы шахтного рельсового транспорта.

Гуковские шахты получили электроэнергию. На смену паровому хозяйству стало приходиться электрическое оборудование – электровозная откатка вагонеток большого размера. Свидетельство этому унифицированная шахтная вагонетка 1-й модификации, предназначенная для транспортировки угля и породы по штрекам с выдачей на поверхность по клетевому подъему.

Давно сняли горняки картузы с картонным верхом, в 1935 году в Кузбассе создана первая модель отечественной шахтерской каски. Изготавливалась она из фибры и имела фасонный гофрированный верх. Изображение шахтера в каске с отбойным молотком также можно встретить на предметах бонистики – 1 рубль 1938 года.

В 1939 году приказом наркома топливной промышленности в системе комбината Ростовуголь был создан новый трест – Гуковуголь. Ширится стахановское движение на угольных предприятиях, из горняцких жилищ постепенно уходит нужда. Шефствующий над шахтой № 15/16 Красносулинский авиационный завод в праздничные дни, в качестве поощрения, даже «катал» гуковских стахановцев на самолете.

Грянул 1941 год. «Мы домохозяйки пойдем на работу в шахту, чтобы помочь оставшимся шахтерам перевыполнять план угледобычи» – лозунг, с которым провожали жены горняков на фронт своих мужей. Местным государственным и партийным органам пришлось срочно организовать направление на шахты молодежи, домохозяек и пенсионеров с тем, чтобы уголь вновь пошел на-гора. Перед оккупацией рабочего поселка над степью несколько дней висела пелена из пыли, поднятой тысячами ног, лошадиных копыт и колес, вперемешку с дымом горевшего угля. Его подожгли, не успев вывезти.

Восстановление шахт началось буквально с первых дней освобождения Гуково от оккупации. Вновь, как и в начале войны, на шахты идут женщины (к концу 1943 года на шахтах Ростовской области работало уже 15 тысяч женщин).

За своевременное восстановление угольных шахт в 1948 году трест «Гуковуголь» награжден Орденом Трудового Красного Знамени. Наряду с мужчинами многие женщины были награждены значком «Отличник социалистического соревнования Наркомугля СССР».

По-прежнему шахта без женщин не обходилась, но уголь они уже не добывают. Женщины работали телефонистками, ламповщицами, люковыми и др. Шахтный коммутатор 1940-х годов, предназначенный для местной связи в шахтах и на поверхности, и чугунный корпус телефона представлены в экспозиции.

В 1947 году было учреждено звание «Почетный шахтер», а в 1956 году знак «Шахтерская слава» трех степеней. И только в 1966 году – «Заслуженный шахтер». Тысячи гуковских шахтеров за свой труд были удостоены почетных званий и наград. Многие – за изобре-



тения. Экспонируется стойка ДСМ-1 – элемент крепи, системы И. И. Матвеева. Изобретателю в 1952 году присуждена Государственная премия СССР и звание – лауреат Государственной премии за создание и внедрение конвейеров для механизированной доставки угля из очистных забоев на тонких угольных пластах.

В 1955 году рабочий поселок Гуково получил статус города. С каждым годом стабилизировалась работа треста – внедрялась выемочная техника, увеличивалось число комплексно-механизированных лав, распространялись скоростные методы проходки горных выработок. За несколько десятилетий выросла энерговооруженность труда и родилась новая высокопроизводительная технология. Применялись различные горнопроходческие машины и комплексы. В «шахте» представлены буровые машины, вентилятор СВМ-6, конвейер СР-70, вагонетка людская, электровоз К-10, комбайн 1К101, перфоратор, отбойный молоток и многое другое. Проводимые выработки закрепляли деревянной, арочной металлической, анкерной и сборной железобетонной и механизированной крепью.

Особое место в экспозиции отведено людям – стахановцам, передовикам угольного производства. Доблестный труд гуковских горняков неоднократно был высоко оценен правительством страны орденами Трудового Красного Знамени, переходящими знаменами, вымпелами, кубками... Все эти награды коллективов шахт представлены в залах музея.

Земля Донская богата талантливыми людьми. Поэтому в музее соседствуют с громоздкими машинами произведения рук шахтеров, среди многих – Степан Ткач, шахтер-подрывник, во время очередной рабочей смены лишившийся зрения. Почти слепой (один глаз видит на 30 %) шахтер сегодня известен на всю страну как иконотворец! На авторской иконе «Являющая от солнца», выполненной резьбой по дереву, автор представил Пресвятую Богородицу с Младенцем, которая льет свой печальный взор на тех, кому солнечный свет заменяют огоньки шахтерских ламп.



В 2018 году культурное пространство Гуковского музея шахтерского труда пополнилось новыми экспонатами. Теперь во дворе музея представлена секция механизированной крепи комплекса «Дон Фалия – 5» и шахтная вагонетка. А в здании музея посетители могут увидеть полотно 1979 года «Победители соревнования» художника Евгения Полонского. На нем запечатлено характерное для шахтерского города событие – жители встречают шахтеров – передовиков производства, поздравляя их с трудовой победой. Пионеры протягивают горнякам букеты нежной сирени. Действие происходит во дворе шахты, видны производственные сооружения, освещенные светом весеннего солнца. Картина «Передовики производства» в недавнем прошлом украшала интерьер здания производственного объединения «Гуковуголь».

Каждый год сотрудники музея проводят более 540 экскурсий по всем экспозициям и выставкам для 26 тысяч посетителей различных категорий и возрастных групп, более 30 музейных мероприятий. Тематика экскурсий и мероприятий широка и разнообразна.

Сегодня задача государственного бюджетного учреждения культуры Ростовской области «Гуковский музей шахтерского труда имени Л. И. Микулина» – пополнять коллекции, обновлять экспозиции и, конечно, сохранить главное – «историю труда».

Адрес: 347879, Ростовская область, г. Гуково, ул. Ковалева, 49

Тел.: +7 (86361) 5-88-65

e-mail: musey_261@gukovo.donpac.ru

www.gukovo-musey.ru

ПАМЯТИ МАРАТА ПЕТРОВИЧА ВАСИЛЬЧУКА



Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» и Межрегиональная общественная организация ветеранов государственной службы Ростехнадзора «Союз ветеранов Ростехнадзора» с глубоким прискорбием сообщают о кончине в возрасте 87 лет почетного председателя Совета МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора», председателя Научно-технического совета ООО «Союз маркшейдеров России» Марата Петровича Васильчука.

М. П. Васильчук родился 27 июня 1932 года в Севастополе. После окончания в 1956 году Харьковского горного института был распределен на работу в Донбасс, откуда прошел большой трудовой путь от главного маркшейдера Осино-Ольховского шахтоуправления треста «Сталин метуголь» и начальника этого шахтоуправления, руководителя комбината «Шахтерскантрацит» и руководителя Управления Донецкого округа Госгортехнадзора Украины – самой сложной по аварийности и травматизму структуры Госгортехнадзора России до первого заместителя Председателя

Госгортехнадзора России и Председателя Госгортехнадзора России.

По инициативе и под руководством М. П. Васильчука разработан Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», а также Правила безопасности в угольных шахтах, Единые правила безопасности при взрывных работах, Система управления безопасностью на угольных шахтах России и в ряде других отраслей промышленности. Под его руководством была усовершенствована структура округов и инспекций, сохранен квалифицированными специалистами инспекторский состав, что способствовало повышению эффективности принимаемых мер по профилактике аварий и травматизма на подконтрольных объектах.

М. П. Васильчук являлся лауреатом премии Совета Министров Российской Федерации, на протяжении ряда лет был членом комиссии по присуждению ленинских и государственных премий в области технических наук, награжден орденами: «Знак Почета», Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени; медалями: «За доблестный труд», «Ветеран труда»; Почетной грамотой Верховного Совета Российской Федерации, дважды лауреат премии Правительства Российской Федерации; знаками «Шахтерская слава» трех степеней, медалью им. Мельникова Л. Г. «Лучший инспектор Госгортехнадзора СССР», «Лучший инспектор Госгортехнадзора России», ему присвоено почетное звание – «Заслуженный шахтер России».

Все, кто знал Марата Петровича, будут всегда помнить его как высококвалифицированного и авторитетного профессионала высокого уровня, принципиально отстаивающего государственные интересы в области промышленной безопасности и безопасного ведения горных работ, связанных с использованием недр.

ООО «Союз маркшейдеров России» и МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора» искренне соболезнуют родным и близким Марата Петровича.

ОБЗОР ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РАЦИОНАЛЬНОЕ И БЕЗОПАСНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» при участии Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» с 16 по 21 сентября 2019 года в г. Сочи была проведена Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование».

В работе конференции участвовал и 106 человек, включая руководителей и ведущих специалистов маркшейдерских и геологических служб нефтегазодобывающих организаций: АО «Полюс Красноярск», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «Башнефть-Добыча», АО «Лебединский ГОК», ПАО «Михайловский ГОК», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Норильский никель», АО «Ачимгаз», АО «МХК «ЕвроХим», АО «Стойленский ГОК», АО «Самаранефтегаз», АО «Самотлорнефтегаз», АО «СУЭК-Кузбасс», АО «СУЭК-Красноярск», ПАО «Высочайший», АО «Тюменнефтегаз», АО «Разрез Березовский», АО «Разрез Изыхский», АО «Разрез Назаровский», АО «Раз-

рез Харанорский», АО «РН-Няганьнефтегаз», АО «Ургалуголь», АО «Учалинский ГОК», ЗАО «Нортгаз», ООО «Арктик СПГ 2», ООО «Газпром геологоразведка», ООО «Газпром добыча Надым», ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром ПХГ», ООО «ГПН-Развитие», ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-добыча Харьяга», ООО «К-Поташ Сервис», ООО «Приморскуголь», ООО «РИТЭК», ООО «РН-Ванкор», ООО «РН-Краснодарнефтегаз», ООО «РН-Уватнефтегаз», ООО «СУЭК-Хакасия», а также специалисты федеральных органов исполнительной власти, Ростехнадзора, Минприроды России, Минэнерго России, слушатели курсов повышения квалификации и представители научных (НИТУ «МИСиС», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, МИИГАиК), экспертных организаций, ведущих специализированных маркшейдерско-геодезических компаний, включая «Hexagon», АНО «Аудит недропользования и консалтинг», ООО «Горный аудит», ООО «Теодолит».

В ходе заседаний были заслушаны доклады на такие актуальные темы, как: «О нор-





мативном обеспечении недропользования», «Правовые основы изменения порядка составления планов развития горных работ и горных отводов», «Состояние и перспективы развития угольной промышленности», «Об актуальности внедрения схем развития горных работ», «О совершенствовании системы правового регулирования в сфере планирования горных работ», «Научная база и опыт оценки, прогноза и управления природными и техногенными геодеформационными рисками (на примере объектов нефтегазовой и угледобывающей отрасли)», «Решения Нехагон для маркшейдерских работ», «Маркшейдерские аспекты безопасной добычи угля», «Использование современного маркшейдерско-

геодезического оборудования при разработке месторождений углеводородов», «О внедрении беспилотных летательных аппаратов в условиях Курской магнитной аномалии», «О совершенствовании геологических работ в ПАО «Михайловский ГОК», «Об опыте совершенствования мониторинга за состоянием земной поверхности при эксплуатации СПГ», «Об опыте реализации новых требований при планировании горных работ» и др.

В рамках конференции были проведены круглые столы с представителями профильных ведомств на тему «О новых требованиях и правоприменительной практике при согласовании планов развития горных работ и оформлении горноотводной документации».

На конференции были вручены памятные знаки в честь 300-летия горного законодательства и надзора, почетные грамоты и благодарности за большой вклад в маркшейдерское дело, обеспечение безопасного, рационального недропользования и охраны недр от Союза маркшейдеров России и НП «СРГП «Горное дело», МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора».

В рамках конференции была проведена техническая экскурсия, работа в рамках секций.

По результатам работы участниками конференции было принято решение.

Решение

Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование»

17.09.2019

г. Сочи

1. Одобрить решения, принятые Научно-техническим советом Союза маркшейдеров России, с участием членов Межотраслевой рабочей группы секции № 5 НТС Ростехнадзора.

2. Одобрить проводимую Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» (далее – СМР), Общественной организацией «Российское геологическое общество» (далее – РосГео) работу по обеспечению рационального недропользования и повышению качества геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ.

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

– участие в подготовке к 300-летию Ростехнадзора;

– внедрение Системы добровольной сертификации программного обеспечения маркшейдерских работ и специализированных информационных ресурсов на предприятиях добывающей отрасли;

– организационную поддержку деятельности РосГео в реализации детско-юношеского геологического движения, включая проведе-

ние Всероссийских открытых полевых олимпиад юных геологов;

– организационную поддержку СМР и НП «СРГП «Горное дело» в работе по предоставлению вузам, осуществляющим подготовку специалистов горного профиля, бесплатного доступа к фондам электронных технических библиотек в рамках благотворительной программы «Горные знания – молодежи!»;

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

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

4. Выразить обеспокоенность ходом подготовки и реализации «Регуляторной гильотины». Рекомендовать разработчикам «Регуляторной гильотины», горно- и нефте-

газодобывающим организациям, МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора», иным общественным организациям в области недропользования, а также иным референтным группам при рассмотрении, обсуждении и принятии нормативно-правовых актов в рамках реализации «Регуляторной гильотины» учесть уровень опасности объектов добычи полезных ископаемых, сложность используемого оборудования и производственных процессов, разумность сроков реализации поступающих предложений, финансовую и иную ресурсную (кадровую, методическую, инфраструктурную и др.) обеспеченность при принятии итоговых документов «Регуляторной гильотины».

Рекомендовать МОО «Союз ветеранов Ростехнадзора» подготовить предложения по реализации «Регуляторной гильотины» с учетом специфики недропользования и необходимости реализации Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683.

5. Поручить СМР довести настоящее решение до сведения министерств и ведомств природно-ресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций.

Председатель Совета
НП «СРГП «Горное дело»

В. В. Грицков

TECH MINING RUSSIA
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА
5-6 ДЕКАБРЯ 2019, МОСКВА

200+ участников Конференции
50+ предприятий горнодобывающей промышленности
25+ докладов о насущных проблемах индустрии, новых способах и технологиях добычи, транспортировки, обработки и обогащения полезных ископаемых

- Представьте свою компанию на **Выставке Технологий и Инноваций**
- Проведите презентацию Вашего оборудования во время одной из **7 стратегических сессий** Конференции непосредственно Вашей **целевой аудитории**
- Наладьте **новые связи** во время **делового неформального общения** во время перерывов и Гала-ужина

РЕГИСТРАЦИЯ ОТКРЫТА!

www.techmining.ru +7-499-11-205-11 info@techmining.ru
Место проведения: МОСКВА



**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@anendra.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

 **TORCON**

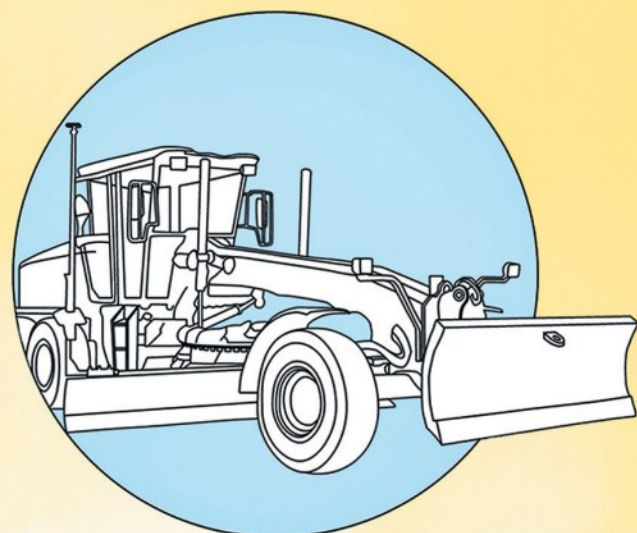
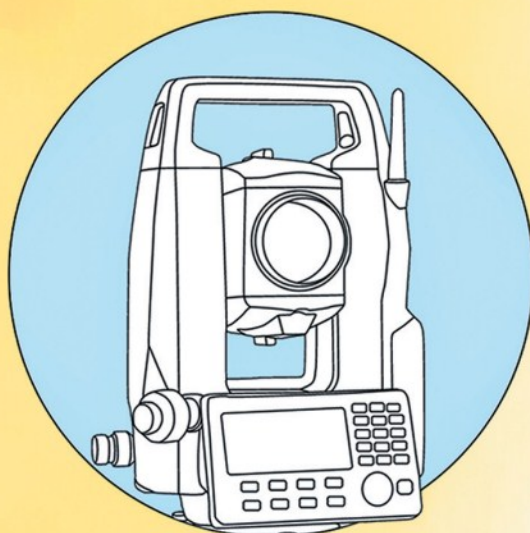
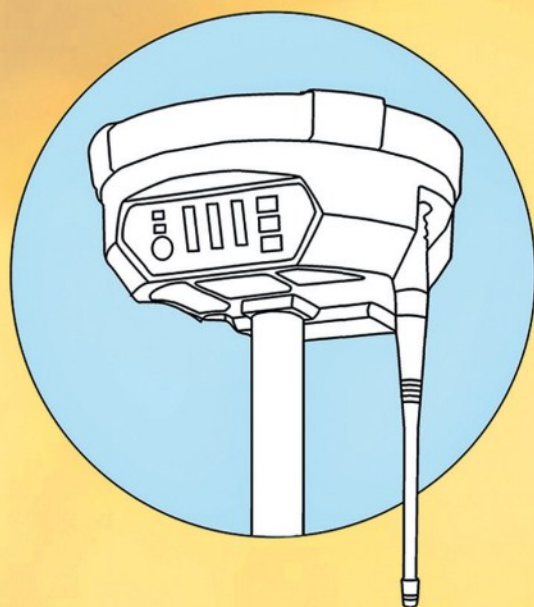
SOKKIA

VEGA
CONSTRUCTION INSTRUMENTS



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



MiningWorld
Russia

MiningWorld

24-я Международная выставка
машин и оборудования
для добычи, обогащения
и транспортировки
полезных ископаемых

21–23 апреля 2020 года
Москва, Крокус Экспо

Подробнее о выставке

miningworld.ru



MiningWorld Russia — это наиболее представительная по составу участников и посетителей международная выставка машин и оборудования для горнодобывающей и горнообработывающей промышленности в России.



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750 08 28
mining@ite-expo.ru

 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