

Научный и производственный журнал

Журнал продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходявших в России и СССР в 1910-1936 гг.

Учредители:

МИНЭНЕРГО РОССИИ.

СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ –

Общероссийская общественная организация

ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ», научно-исследовательский, проектный и конструкторский институт горного дела и металлургии цветных металлов; **«МЕТРОТОННельГЕОДЕЗИЯ»,** акционерное общество открытого типа

Редакция:

Главный редактор

МАКАРОВ Александр Борисович

Редактор

ВОРКОВАСТОВ Константин Сергеевич

Вице-редактор

ЕГОРОВА Ольга Петровна

Дизайн

ПЕРЕСЫПКИН Валерий Петрович

Компьютерный набор и верстка

МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

Издатель – ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

Директор

д.т.н. ПТИЦЫН Алексей Михайлович

Адрес: 129515, Москва, а/я №51-МВ

Тел/факс: (095) 216-95-55-МВ

Тел. 217-34-19, 217-37-01

E-mail: metago@online.ru

Выходит ежеквартально.

Регистрационное свидетельство Министерства печати и информации РФ № 0110858 от 29 июня 1993 г.

Отпечатано в типографии

ООО «Информполиграф»

Формат А4, усл. печ. л. 11,0

Подписано в печать 02.06.2003 г.

Индекс в каталоге Агентства

Роспечати: 71675

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Мнения авторов могут не совпадать с мнением редакции.

Рукописи не возвращаются!

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК

Издается с 1992 г.
июль – сентябрь 2003 г. №3 (45)

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

300 ЛЕТ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ

– 230 ЛЕТ СТПГГИ(ТУ)

– ВНИМИ

– «СЕВЗАПГЕОИНФОРМ»
(БЫВШ. «СОЮЗМАРКШТРЕСТ»)

– МЕТРОСТРОЙ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

– В УПРАВЛЕНИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
ОКРУГА ГГТН РФ

– В НПО «ИНФОРМАТИКА»

– БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

– О МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЯХ

– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

– ЮБИЛЕИ

– ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРОВ

– ИНФОРМАЦИЯ ФИРМ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА «МВ»

- Макаров Александр Борисович** – Председатель редсовета, Главный редактор, *д.т.н., профессор, зав.кафедрой МГГА.*
- Ворковастов Константин Сергеевич** – Зам. председателя редсовета, редактор, *к.т.н.*
- Члены Редсовета:**
- Ганченко Михаил Васильевич** – *главный маркшейдер АК «АЛРОСА», член ЦС СМР и председатель Якутского РС СМР.*
- Гордеев Виктор Александрович** – *д.т.н., профессор, член ЦС СМР и председатель Свердловского РС СМР.*
- Грицков Виктор Владимирович** – *начальник Управления по надзору за охраной недр и геолого-маркшейдерскому контролю Госгортехнадзора РФ, член ЦС СМР.*
- Гудков Валентин Михайлович** – *д.т.н., профессор, зав.кафедрой МГОУ.*
- Гусев Владимир Николаевич** – *д.т.н., профессор, зав.кафедрой С-П ГГИ(ТУ), член Ленинградского МРС СМР.*
- Загибалов Александр Валентинович** – *к.т.н., доцент, зав.кафедрой Иркутского ГТУ.*
- Зимич Владимир Степанович** – *Президент Союза маркшейдеров России, зав.сектором НТЦ промышленной безопасности Госгортехнадзора РФ.*
- Иофис Михаил Абрамович** – *д.т.н., профессор, г.н.с. ИПКОН РАН, вице-президент СМР.*
- Калинченко Владимир Михайлович** – *д.т.н., профессор, зав.кафедрой Южно-Русского ГТУ.*
- Кашников Юрий Александрович** – *д.т.н., профессор, зав.кафедрой Пермского ГТУ, член ЦС СМР.*
- Киселевский Евгений Валентинович** – *к.т.н., главный маркшейдер ОАО «Газпром», член ЦС СМР.*
- Навитный Аркадий Михайлович** – *начальник управления маркшейдерско-геологического обеспечения ГУРШ Минэнерго РФ, вице-президент СМР.*
- Попов Владислав Николаевич** – *вице-президент СМР, д.т.н., профессор, зав.кафедрой МГГУ.*
- Петров Иван Федорович** – *член ЦС СМР, МРС СМР.*
- Смирнов Сергей Павлович** – *к.т.н., зам.директора ВНИМИ, председатель Ленинградского МРС СМР.*
- Соколов Игорь Николаевич** – *генеральный директор АО «Метротоннельгеодезия», вице-президент СМР.*
- Стрельцов Владимир Иванович** – *д.т.н., профессор, зав.лабораторией ВИОГЕМ.*
- Трубчанинов Анатолий Данилович** – *д.т.н., профессор, зав.кафедрой Кузбасского ГТУ, председатель Кемеровского РС СМР.*

Права и обязанности советников редакции («членов Редсовета») закреплены в Уставе редакции, утвержденном учредителями журнала.

Принятая аббревиатура: СМР – Союз маркшейдеров России; ЦС – Центральный Совет; МРС – межрегиональный совет; РС – региональный совет; «МВ» - журнал «Маркшейдерский вестник».

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
К 300-ЛЕТИЮ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	
В.В.Зверевич, И.С.Пандул. 230 лет маркшейдерско-геодезической школе Санкт-Петербургского Государственного Горного института (Технического Университета)	5
А.Н.Шеремет. Фрактальный анализ как метод оценки изменчивости геотехнологических параметров разработки	12
Е.М.Волохов. К вопросу оценки влияния объемных сил в расчетах напряженно-деформированного состояния массива при проходке в нем горных выработок	16
С.А.Коробков, В.А.Голованов. Расчет точности тоннельных сбоек на основе теории векторальных ошибок	20
Д.В.Яковлев. Развитие школы ВНИМИ	24
Е.Д.Платонов. Способ передачи высоты в шахту с использованием подъемного каната	32
Е.Н.Кузнецова. О методике перевода маркшейдерской документации в новую Государственную систему координат СК-95	34
Д.С.Михалевич, А.Л.Панфилов, И.П.Иванов. Система цифровых и аналоговых условных знаков при разработке ГОСТа Р «Горная графическая документация»	37
А.Н.Шабаров, В.А.Киселев, Ю.Г.Кобылянский, Н.В.Гусева, А.Г.Стороженко. Применение геоинформационных технологий для выявления геодинамически опасных зон трасс трубопроводов (ВНИМИ)	41
М.А.Водов, И.Б.Чернобровкин, Б.И.Зарубин. Некоторые соображения о состоянии маркшейдерского дела в России и о перспективах его развития	46
Б.М.Совков, В.Э.Дзевель, А.И.Шафер. Подарок ОАО «Метрострой» к 300-летию родного города	50
Е.А.Мурзинов. О состоянии маркшейдерского контроля на объектах подземного транспортного строительства г.Санкт-Петербурга	53
О.Л.Лиферова. Автоматизация маркшейдерских работ на карьерах (НИП-«Информатика»)	56
М.П.Васильчук, В.С.Зимич. О чем свидетельствует прорыв воды в горные выработки шахты «Западная» ООО «Ростовуголь», происшедший 1 февраля 2003 года	60
В.В.Грицков. О религиозном покровительстве горному делу	67
В.М.Гудков. О защите от наводнения г.Санкт-Петербурга	70
Повторные информации	72
Юбилеи	73
А.Н.Соловицкий. Об аппроксимации блочного массива горных пород для оценки его напряженного состояния	74
Е.С.Булгаков, Г.А.Селиванова, О.И.Старцев, С.И.Чекалин. Расчет параметров шпунтовых стен и маркшейдерский контроль их деформации	76
Власьевский Л.П. Стратегии оптимальной реализации системы геолого-маркшейдерских измерений на разных стадиях освоения месторождений полезных ископаемых	83
Информация фирм	87

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) - первое высшее техническое учебное заведение России, основанное Указом императрицы Екатерины II 21 октября (1 ноября) 1773 года как воплощение идей Петра I и М.В. Ломоносова о подготовке инженерных кадров для развития основополагающей отрасли России горно-заводского дела. Горный институт имеет высший государственный статус образовательной системы России, являясь особо ценным объектом культурного наследия народов Российской Федерации, награжден четырьмя правительственными наградами.

ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ СЕГОДНЯ - ЭТО:



Ректор
проф. В.С.Литвиненко

- лучшее академическое образование в области геологии, горного дела, **маркшейдерии**, металлургии, экономики;
- высшая квалификация профессорско-преподавательского состава;
- мировой уровень получаемой квалификации и выдаваемых дипломов;
- уникальная научно-исследовательская база;
- новейшие коммутационные сети, высший уровень компьютеризации учебного процесса и научных исследований;
- Горный музей и Главная библиотека – хранилища бесценных исторических экспонатов;
- обширные научные и деловые связи с крупнейшими промышленными предприятиями России и зарубежными фирмами...
- **И НЕЗАБЫВАЕМЫЕ ВПЕЧАТЛЕНИЯ И БОЛЬШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ!**

Университет ведет подготовку бакалавров, магистров по 8 направлениям и специалистов (инженеров) на 6 факультетах:



Прием документов на дневное отделение производится с 1 июня по 15 июля
Вступительные экзамены с 16 июля по 31 июля.

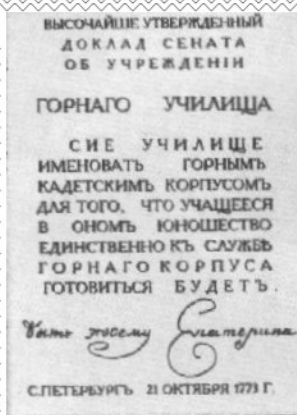
ПРИЕМ ДОКУМЕНТОВ на заочное отделение с 1 июня по 31 августа. Вступительные экзамены с 1 сентября.
ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ:

199106, Санкт-Петербург. 21-я линия, 2, ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Телефон: 321-40-81, 328-82-01,

факс: 327-73-59 E-mail: rectorat@spmi.ru. URL: www.gorny-ins.ru

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



В.В.Зверевич, И.С.Пандул

230 ЛЕТ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ШКОЛЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА (ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Культурное человечество всего мира отмечает 300-летие со дня основания города Санкт-Петербурга, в котором 230 лет назад было открыто горное училище, возглавлявшееся М.Ф.Соймоновым.



**Михаил Федорович
Соймонов**

Впоследствии оно называлось Горный кадетский корпус, Институт корпуса горных инженеров, Горный институт и ныне Государственный горный институт (технический университет). Маркшейдерско-геодезическая общественность России и Европы вспоминает доктора технических наук, профессора и заведующего кафедрой геодезии Ленинградского горного института **Николая Андреевича Гусева** (1903 – 1996 гг.), столетие со дня рождения которого отмечалось 3 марта 2003 г. 21 марта этого года исполнилось 99 лет заслуженному деятелю науки и техники СССР, доктору технических наук, профессору кафедры маркшейдерского дела Санкт-Петербургского горного института **Ивану Николаевичу Ушакову**, до сих пор работающему профессором-консультантом. 300-летие города послужило мотивом для подготовки данной статьи по истории Российской школы маркшейдерии и геодезии в Петроградском – Ленинградском – Санкт-Петербургском горном институте.

Преподавание геодезии и маркшейдерского искусства в Санкт-Петербургском горном училище началось с самых первых дней его существования. В первые годы после основания Горного училища геодезия составляла в учебных планах один из разделов математики, но уже в архивных документах 1787 г. имеются сведения о преподавании геодезии, как отдельной дисциплины. Учебные практики по геодезии

проводились в ту пору в Парголово, в деревне Выра, на Гражданке, на даче Кандауровой и в других местах вблизи города. В программу практики входили следующие задания: решение разных геодезических задач, проложение буссольных и теодолитных ходов, нивелирование, мензурные съемки, барометрическое определение высот.

1866 г. стал в истории Петербургского горного института столь же важной датой, как и год основания (1773 г.). В 1866 г. горный институт стал открытым высшим горно-техническим учебным заведением. С того же года геодезия стала самостоятельной учебной дисциплиной. Ее преподавали на всех специальностях института, как предмет, опирающийся на разделы курса общей геодезии.

Маркшейдерское искусство входило в число дисциплин, читаемых кафедрой Горного дела или Горного искусства. Первоначально преподавание маркшейдерского дела в России велось под влиянием немецкой школы, как единственной в то время. В Санкт-Петербургском горном училище первым преподавателем маркшейдерского искусства был выпускник Фрайбергской горной академии И.М.Ренованц. Обучение велось по переводным учебникам И.Ф.Вайдлера (1764 г.) и Ф.Л.Канкринна (1791 г.).

Преподаватель Санкт-Петербургского горного кадетского корпуса **А.И.Максимович** в 1805 г. опубликовал первый отечественный учебник по маркшейдерскому делу, названный "Практическая подземная геометрия". Педагогическая деятельность А.И.Максимовича возродила самобытную русскую маркшейдерскую школу, ведущую начало от работ **М.В.Ломоносова**. Следует отметить вклад в маркшейдерскую практику заслуженного профессора Санкт-Петербургского горного института **П.А.Олышева**.

Он был одним из пионеров внедрения в маркшейдерскую практику теодолитной съемки. В книге П.А.Олышева "Маркшейдерское искусство" (1847 г.) приводится не только описание горного теодолита с

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



**Петр Алексеевич
Олышев**

внецентральной трубой и его поверок, но и дается детальное освещение методики теодолитной съемки. Там же дается описание конструкции нивелира с перекладной трубой и уровнем при трубе, его поверок и применения при производстве нивелирования в горных выработках. В этой книге П.А.Олышев предлагает методы решения некоторых маркшейдерских задач при помощи аппарата аналитической геометрии.

Увеличение масштабов горных предприятий, необходимость увязки съемок соседних шахт и геологических съемок значительных территорий поставили задачи перехода к единым системам координат и оценки точности маркшейдерских работ. Первые исследования по некоторым из этих вопросов (триангуляция, ориентирование съемок по астрономическому меридиану, анализ точности соединительных съемок и теодолитных полигонных съемок) имеются в трудах заслуженного профессора математики и маркшейдерского искусства Петербургского горного института **Г.А.Тиме**.



**Георгий
Августович Тиме**

В 1899 г. в Петербургском горном институте выделяется кафедра маркшейдерского дела и геодезии, что создало условия для дальнейшего развития маркшейдерско-геодезической школы России. Заведовать новой кафедрой поручается профессору **В.И.Бауману**. В 1900 г. весь геодезический цикл дисциплин передали этой кафедре, что повлекло за собой увеличение штата преподавателей кафедры. В связи с организацией в 1908 г. геологоразведочного отделения цикл геодезических наук расширился. В число специальных предметов вошли, кроме курса общей геодезии, еще и курсы высшей геодезии, тахеометрии и фотограмметрии. Цикл геодезических дисциплин стал еще более весомым в 1921 г., когда на геологоразведочном факультете открылась **маркшейдерская специальность**. В учебных



**Владимир
Иванович Бауман**

планах подготовки специалистов маркшейдеров появились такие предметы, как практическая астроно-

мия, картография, теория геодезических приборов. В 1929 г. началось регулярное чтение лекций по фотограмметрии.

Заведующий кафедрой маркшейдерского искусства и геодезии Петербургского горного института профессор В.И.Бауман широко известен своими достижениями в области маркшейдерского дела. Одно из первых исследований В.И.Баумана было посвящено выбору наиболее выгоднейшей системы координат для маркшейдерских планов и карт и послужило основой его кандидатской диссертации (1899 г.). Им была предложена и разработана в оригинальной проекции земного эллипсоида на плоскость единая плоская система координат для Донецкого угольного бассейна. На кафедре ведется договорная работа. В 1909-1915 гг. под руководством В.И.Баумана экспедиции, возглавляемые его учениками **И.М.Бахуриным** и **И.Я.Рыбаковым**, произвели в этой системе триангуляцию на значительной части современного Донбасса. Сотрудники кафедры маркшейдерского искусства и геодезии (**Келль Н.Г.**) в начале XX в. участвовали в работе геологической экспедиции по изучению вулканов Камчатки, где широко применяли фотограмметрические съемки.

Широко известны работы В.И.Баумана в области приложения теории ошибок и способа наименьших квадратов к маркшейдерским съемкам, в области методики и организации маркшейдерских работ, магнитометрии и горной геометрии (классификация смещений, формулы для подсчета площадей поверхностей и объемов тел неправильной формы). В 1905 г. вышли в свет первая и вторая, а затем вскоре и третья части классического труда В.И.Баумана "Маркшейдерское искусство". В нем нашли обобщение теория и практика маркшейдерского дела того времени и результаты собственных исследований профессора В.И.Баумана, его учеников и сотрудников возглавляемой им кафедры. Труды В.И.Баумана сыграли выдающуюся роль в превращении маркшейдерии из искусства в строгую научную дисциплину.

В конце XIX и в начале XX вв. законы и инструкции, в частности маркшейдерская инструкция 1888 г., не давали необходимых прав маркшейдерам горных предприятий. Маркшейдерский план приобретал характер официального документа после подписания его окружным маркшейдером, а не маркшейдером горного предприятия. При этом составлением планов не запрещалось заниматься никому, в том числе окружным маркшейдерам и их помощникам. Этим часто пользовались владельцы горных предприятий. Они, чтобы наверняка получить на планах подпись окружного маркшейдера, поручали составление этих планов самому окружному маркшейдеру или его помощнику. Соединение в лице окружного маркшейдера функций составителя планов и их контролера вело к злоупотреблениям и являлось причиной низкого качества маркшейдерской документации.

В 1902 г. В.И. Бауман осветил в печати неудовлетворительное состояние маркшейдерской службы в России и высказал предложения по ее коренному

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

улучшению. Эти предложения касались введения единых систем координат для отдельных горнопромышленных регионов, создания новой инструкции по проведению маркшейдерских работ, изменения структуры маркшейдерской службы. В.И.Бауман предлагал учредить должности присяжных (постоянных) маркшейдеров, которые в качестве служащих горных предприятий должны были составлять маркшейдерские планы и разрезы, придавать им свою подписью статус юридических документов и нести полную ответственность за достоверность маркшейдерской документации. Наряду с этим, по мнению Баумана В.И., должен был существовать институт правительственных (окружных) маркшейдеров, обязанных контролировать присяжных маркшейдеров и выполнять работы регионального значения. Детальная разработка этих предложений производилась особой комиссией под председательством В.И. Баумана при Горном ученом комитете. Результаты работы комиссии были доложены В.И. Бауманом I съезду маркшейдеров Юга России (ноябрь 1909 г., г.Харьков) и нашли единодушное одобрение. На этом съезде были также обсуждены вопросы о выборе системы координат для Донбасса, о высшем маркшейдерском образовании, об издании маркшейдерской инструкции для Донбасса и ряд других вопросов. Съезд основал «Общество маркшейдеров Юга России», которое под руководством **П.М.Леонтовского** проделало значительную работу по улучшению маркшейдерской службы в Донбассе и в районе Кривого Рога. Однако решения I съезда маркшейдеров Юга России не встретили поддержки со стороны горнопромышленников, и их реализация была отложена на неопределенный срок.

С целью проверки фактического состояния маркшейдерской службы в Донбассе в период 1909-1913 гг. комиссией под председательством В.И.Баумана была проведена инструментальная ревизия подземных съемок и маркшейдерских планов. Контрольные съемки, проведенные с широким использованием зеркальной буссоли, вскрыли крупные ошибки в планах значительного числа шахт, что указывало на неудовлетворительное состояние маркшейдерского обеспечения. Это послужило причиной постановки вопроса о реорганизации маркшейдерской службы.

Названная проблема была обсуждена на I Всероссийском съезде маркшейдеров, созванном по инициативе В.И.Баумана в Петербурге в апреле 1913 г. Съезд высказался за открытие маркшейдерских специальностей в Петроградском горном институте и Екатеринославском высшем горном училище, обсудил вопросы издания общей инструкции по производству маркшейдерских работ (доклад **И.М.Бахурина**), об изучении сдвижений горных пород (доклад **П.М.Леонтовского**), о геометризации месторождений полезных ископаемых (доклад **П.К.Соболевского**) и некоторые другие. Решения I Всероссийского съезда маркшейдеров, как и основные решения I съезда маркшейдеров Юга России, не

были претворены в жизнь. Лишь при Советской власти были осуществлены необходимые мероприятия по реорганизации российской маркшейдерской службы.

Великая Октябрьская социалистическая революция, ликвидировавшая частную собственность на средства производства и заложившая основы планового народного хозяйства, создала благоприятные условия для развития горной промышленности. В первые годы мирного строительства основные усилия Советского государства были направлены на восстановление народного хозяйства, разрушенного в результате империалистической войны, интервенции и гражданской войны. Пуск в эксплуатацию остановленных или разрушенных шахт и рудников требовал незамедлительной организации маркшейдерской службы.

Речь шла не просто об ее восстановлении. Высокие темпы подъема хозяйства и провозглашенный курс на индустриализацию страны потребовали создания маркшейдерской службы на новой организационной и технической основе. Значительную роль в решении этой задачи сыграл II Всероссийский маркшейдерский съезд (1921 г.), созванный в Петрограде по инициативе **П.М.Леонтовского** и **В.И.Баумана**. Съезд обсудил неотложные задачи восстановления опорных пунктов и маркшейдерских планов, структуру маркшейдерской службы, инструкцию по производству маркшейдерских работ, вопросы подготовки маркшейдерских кадров и др. Решения съезда в части организации маркшейдерской службы отражали применительно к новым условиям основные предложения В.И.Баумана, не внедренные в жизнь в дооктябрьский период. Решения II съезда были узаконены постановлением ВЦИК и СНК от 8 апреля 1922 г. и изданными в соответствии с ним «Положением о производстве маркшейдерских работ в горных округах», «Инструкцией для окружных маркшейдеров» и «Инструкцией по производству маркшейдерских работ». Новая структура маркшейдерской службы предусматривала учреждение должностей ответственных маркшейдеров горных предприятий и окружных маркшейдеров. На первых возлагалась ответственность за производство маркшейдерских работ на горных предприятиях, на вторых – контроль за работой маркшейдеров горных предприятий и выполнение маркшейдерских работ общерайонного значения.

Деятельность профессора В.И.Баумана пришлась на тяжелейший исторический период Российского государства. Активная натура В.И.Баумана не позволяла ему оставаться в стороне. Он все время в гуще событий. Здоровье его не выдерживает бешеного темпа жизни. В 1923 г. маркшейдерская наука и практика понесла тяжелую утрату: скончался профессор В.И.Бауман. Идеи его живут и претворяются в жизнь. Ученики В.И.Баумана высоко несут знамя маркшейдерско-геодезических знаний. Одна из них осуществляется уже в 1923 г. В петроградском горном институте появляются самостоятельные кафедры маркшейдерского дела и геодезии, возглавляемые его учениками. Кафедру маркшейдерского дела воз-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

главляет профессор **Бахурин И.М.**, кафедру геодезии – профессор **Келль Н.Г.** Оба в последствии стали членами – корреспондентами Академии Наук СССР. Несомненно, это признание высокой степени разви-



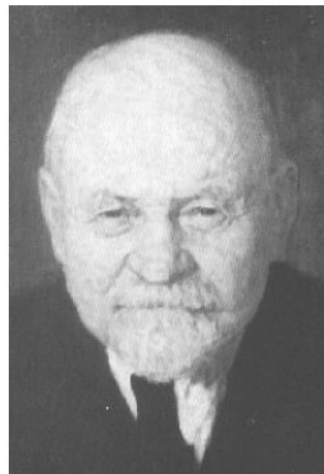
**Иван Михайлович
Бахурин**

тия маркшейдерско-геодезической школы Петербурга – Ленинграда.

В 1933 г. воплощается в жизнь еще одна идея В.И.Баумана – в Ленинградском горном институте на базе кафедр маркшейдерского дела и геодезии был организован первый в Европе маркшейдерский факультет. Совершенствуются учебные планы подготовки горных инженеров-маркшейдеров. Большое место в них занимают учебные и производственные практики. Учебные

практики по геодезии проводились в период с 1923 по 1935 гг. в Токсово (в 33 км к северу от г.Ленинграда), а астрономическая практика – во дворе института. Учебные практики по маркшейдерскому делу проводятся в тех же местах. Производственные практики студентов маркшейдерской специальности проводятся на горных предприятиях всей советской страны. С 1936 г. вследствие застройки окрестностей Токсово база практики перенесена в село Вышегород Дедовичского района Псковской области. Бывая там, Н.Г.Келль обратил внимание на соответствие природных условий требованиям, предъявляемым к местам проведения геодезических практик. Эти требования заключаются в разумном сочетании озер и суши, рельефа и растительного покрова, дорожной сети и населенных пунктов. В настоящее время там обустроена и имеется геодезическая база “Горняк”, принадлежащая Санкт-Петербургскому горному институту. Общая площадь геодезического полигона составляет около 150 км². На полигоне создана плановая и высотная опорная сеть. К сожалению, начиная с 1998 г., общая политическая и экономическая ситуация в России привела к тому, что геодезические практики были перенесены в г.Санкт-Петербург, а база потихоньку ветшает и разрушается.

Научная деятельность кафедры охватывает основные и наиболее актуальные вопросы геодезии, которые определяются требованиями горной промышленности и гражданского строительства. Развитие фотограмметрии на кафедре началось с работ про-



**Николай Георгиевич
Келль**

фессора Н.Г.Келля, которые были тесно увязаны с общим развитием отечественной фотограмметрии. С начала применения аэрофотосъемки профессор Н.Г.Келль сразу оценил широкие возможности и большое значение этого способа. Работы, проводимые кафедрой геодезии, дали обширный материал для многих замечательных предложений, обогативших геодезическую науку. Среди них на первое место, бесспорно, должны быть поставлены труды профессора Н.Г.Келля по разработке и внедрению в практику общегосударственной системы плоских прямоугольных координат в конформной проекции Гаусса. В 1928 г. было принято правительственное постановление немедленно принять эту систему на всей территории страны. Таким образом, идеи В.И.Баумана по использованию единой системы для маркшейдерских съемок, нашли новое оригинальное воплощение. Это показывает, что геодезическая школа Ленинградского горного института внесла крупный вклад в дело введения в России единой системы координат, значительно опередив в постановке этого вопроса центральные геодезические учреждения.

С 1947 г. под руководством профессора Н.Г.Келля сотрудники кафедры длительное время работали над способами применения аэрофотосъемки в крупных масштабах для целей геологоразведки и горного дела (проф. Келль Л.Н., проф. **Зданович В.Г.**, проф. **Павлов В.И.**). Профессор **Келль Л.Н.** длительное время был ректором Ленинградского горного института. При его активной поддержке на маркшейдерском факультете в 1966 г. открылась новая специальность – “Инженерная геодезия” (теперь “Прикладная геодезия”). На кафедре активно шла работа по усовершенствованию маркшейдерско-геодезических приборов. Много остроумия и изобре-



**Николай Андреевич
Гусев**

тательности в этом отношении проявил профессор **Н.А.Гусев**. Он проработал в Ленинградском горном институте около 50 лет. За свою долгую и плодотворную жизнь он обучал многие поколения студентов. Его широко известный учебник “Маркшейдерско-геодезические приборы и инструменты” выдержал три издания в нашей стране и был переведен на китайский и польский языки. Профессор Н.А.Гусев – известный ученый с мировым именем в области маркшейдерско-геодезического приборостроения, создатель нивелиров и зенит-приборов с компенсаторами и двусторонней линией визирования, горного оптического теодолита с комбинированным дальномером двойного изображения и соосным расположением микрометрично-зажимных винтов. Он имеет 22 авторских свидетельства СССР на изобретения. Идеи профессора

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Н.А.Гусева, реализованные в его приборах, привели не только к увеличению производительности труда исполнителя, но и резко повысили комфортабельность полевых работ для наблюдателя. Разработки профессора Н.А.Гусева предвосхитили появление маркшейдерской эргономики. Исследования функционирования системы “маркшейдер – прибор – условия горного производства”, проводимые на кафедре маркшейдерского дела Санкт-Петербургского горного института, есть прямое следствие задумок и дел Н.А.Гусева и его опосредованное наследие. Профессор Н.А.Гусев был награжден орденом “Знак почета”, знаком “Отличник министерства угольной промышленности СССР” и четырьмя медалями СССР. Отмечая столетие со дня рождения профессора Н.А.Гусева, следует подчеркнуть его выдающуюся роль в развитии маркшейдерско-геодезической школы Ленинградского горного института! До сих пор не потеряли своего значения работы профессора В.Г.Здановича по исследованию закономерностей накопления ошибок в сплошных сетях триангуляции. С 1965 г. и до настоящего времени под руководством профессора **С.А.Коробкова** ведутся разработки по топологическому анализу геодезических сетей. Эти исследования представляют новое направление в области геодезических построений и математической обработки измерений. Крупные теоретические разработки в области построения и уравнивания подземной полигонометрии принадлежат профессору **А.Н.Белоликову**, который в 1979-1984 гг. заведовал кафедрой прикладной геодезии.

Кафедру маркшейдерского дела возглавил ученик и последователь В.И.Баумана профессор И.М.Бахурин. После успешного окончания Петроградского горного института он был оставлен на кафедре маркшейдерского искусства и геодезии. Активный участник работ кафедры, И.М.Бахурин много внимания уделял и теоретическим вопросам. Он глубоко исследовал сдвигание горных пород под влиянием подземных выработок. Результаты этих исследований опубликованы в различных статьях и монографии “Сдвигание горных пород” (1940 г.). Особый интерес профессора И.М.Бахурина составила магнитометрия. Он разработал теорию интерпретации магнитных тел, рассмотрел магнитное поле тел правильной формы и установил понятие о косом намагничивании, позволяющее различать пологопадающие и крутопадающие залежи. Профессором И.М.Бахуриным предложена теория накопления погрешностей в рудничных полигонах, исследованы ориентировки через один и два вертикальных ствола, изложены основы гироскопического ориентирования. Эти исследования легли в основу оригинального учебника, продолжающего учебник профессора В.И.Баумана. Этот учебник профессор И.М.Бахурин назвал “Маркшейдерское искусство. Специальная часть” и опубликовал его в 1932 г. Много энергии профессор И.М.Бахурин отдавал проблемам организации маркшейдерского дела и вопросам подготовки маркшейдерских кадров.

В 1925 г. состоялись съезды маркшейдеров Юга

России (г.Харьков), Урала и Башкирии (г.Свердловск) и Общесибирский (г.Томск). На первом из них значительное внимание было уделено подведению итогов выполнения решений II Всероссийского маркшейдерского съезда, а на втором – вопросам геометризации месторождений. На Общесибирском съезде Н.Г. Келлем был поставлен вопрос о введении единой системы плоских прямоугольных координат на всей территории СССР.

Важными организационными мероприятиями последующих лет были созыв Всесоюзной конференции (1929 г.) и I Всесоюзного маркшейдерского съезда (1932 г.), создание Центрального научно-исследовательского маркшейдерского бюро (ЦНИМБ), Союзного треста по производству маркшейдерских работ (Союзмаркштрест), завода маркшейдерских инструментов и открытие маркшейдерских специальностей в ряде вузов и техникумов. Всесоюзная маркшейдерская конференция 1929 г. рассмотрела и рекомендовала новые «Правила по маркшейдерскому делу и маркшейдерскому контролю», которые применялись вплоть до утверждения в 1939 г. более полной «Инструкции по производству маркшейдерских работ». Конференция создала постоянную маркшейдерскую комиссию при Научно-техническом совете (НТС) горной промышленности ВСНХ, которая под руководством И.М.Бахурина проделала большую работу по организации наблюдений за сдвижением горных пород и по подготовке I Всесоюзного маркшейдерского съезда.

Этот съезд (г.Ленинград, 1932 г.) совпал с началом реконструкции народного хозяйства быв.СССР. Съезд определил задачи маркшейдерской службы в новых условиях и обсудил формы их реализации. Съезд обсудил вопросы геометризации месторождений, подготовки кадров, изучения сдвижений горных пород и упорядочения условных обозначений на маркшейдерских планах, принял решение об организации маркшейдерского научно-исследовательского центра и центрального аппарата маркшейдерского надзора и контроля. Во исполнение этого решения в 1932 г. в Ленинграде было создано Центральное научно-исследовательское маркшейдерское бюро (ЦНИМБ), руководимое И.М.Бахуриным. Это было первое и единственное в мире научное учреждение маркшейдерского профиля. Организация ЦНИМБ способствовала широкому развитию исследований по вопросам маркшейдерского дела, которые проводились как самим ЦНИМБ, так и его филиалами в крупнейших угольных бассейнах страны. В 1945 г. ЦНИМБ был преобразован во Всесоюзный научно-исследовательский маркшейдерский институт (ВНИМИ) с филиалами в городах Сталине (ныне Донецк), Свердловске, Прокопьевске, Караганде и Москве. В 1955-1957 гг. лабораторная база ВНИМИ была существенно укреплена, в связи с чем резко возрос и объем научных исследований. Об истории работы ВНИМИ надо написать целую книгу, что и будет, несомненно, сделано позже и другими авторами.

Серьезную роль в развитии маркшейдерского

дела в быв.СССР сыграло создание Союзмаркштреста и первого завода маркшейдерских инструментов в г.Харькове. Союзмаркштрест провел значительные работы по развитию опорных сетей и крупномасштабному картированию в угольных районах, по переводу маркшейдерских съемок в единую систему плоских прямоугольных координат. Харьковский завод освоил выпуск ряда маркшейдерских инструментов и приборов и способствовал обеспечению горной промышленности быв.СССР маркшейдерско-геодезическими инструментами отечественного производства.

Обеспечение технического прогресса в области маркшейдерского дела было бы невозможно без решения проблемы кадров. В период до 1917 г. вопросы подготовки маркшейдерских кадров неоднократно обсуждались, но не получали решения. При Советской власти, сразу же после II Всероссийского маркшейдерского съезда, были приняты меры по подготовке ответственных маркшейдеров из практиков и лиц, имеющих горное образование. Одновременно велась работа по организации подготовки инженеров и техников маркшейдеров. Были открыты маркшейдерские специальности в ряде вузов: в Петроградском горном (1921 г.), Днепропетровском горном (1925 г.), Свердловском горном (1925 г.), Томском политехническом, Московском горном, Новочеркасском политехническом, Донецком индустриальном, Казахском горно-металлургическом, Харьковском горном, Иркутском горно-металлургическом. Маркшейдерские специальности были открыты также во многих техникумах. В широких масштабах проводилась подготовка научных кадров. Эта вышеназванная деятельность осуществлялась, во многом, благодаря активности кафедры маркшейдерского дела Ленинградского горного института.

Перечисленные успехи достигнуты, несмотря на значительный ущерб, нанесенный горной промышленности в годы Великой Отечественной войны, когда шахты и рудники таких крупнейших горнопромышленных регионов, как: Донбасс, Криворожский бассейн и Подмосковский бассейн, были полностью выведены из строя. Работники маркшейдерской службы обеспечили эвакуацию маркшейдерских планов, что явилось одной из причин провала попыток оккупантов организовать эксплуатацию захваченных горных предприятий. В годы войны работники маркшейдерской службы внесли свой вклад в дело развития добычи полезных ископаемых в Сибири, Средней Азии, на Урале и на севере Европейской части быв.СССР. Во время войны в названных выше крупных горнодобывающих районах большинство триангуляционных пунктов оказались уничтоженными. Вскоре после освобождения этих районов Союзмаркштрест и ГУГК создают новые триангуляционные сети в единой системе плоских прямоугольных координат 1942 г., что позволило обеспечить шахты и рудники опорными пунктами для производства съемок.

В условиях царской России маркшейдерские съемки на группах шахт и даже на отдельных шахтах

велись в различных системах координат, без учета искажений вследствие сфероидичности Земли, с условным началом, с ориентировкой по магнитному и в лучшем случае по астрономическому меридиану, что препятствовало всестороннему использованию результатов маркшейдерских съемок и затрудняло согласование съемок и планов соседних шахт. Первой единой системой плоских прямоугольных координат, введенной на значительной территории, была система координат Баумана В.И. в некоторых районах Донбасса. Однако до революции не удалось ввести эту систему координат во всем Донбассе и в других регионах России. В первые годы Советской власти силами Госмаркшконтроля осуществлен полный переход в Донбассе к системе координат В.И.Баумана. Вслед за этим в 1925 г. по инициативе профессора Ленинградского горного института Н.Г.Келля на I Общесибирском маркшейдерском съезде был поставлен вопрос о введении в быв.СССР единой системы плоских прямоугольных координат Гаусса.

Трудами геодезических научно-исследовательских организаций и отдельных ученых была доказана предпочтительность системы Гаусса и созданы формулы и таблицы для перехода от геодезических координат к плоским прямоугольным. В 1927 г. Н.Г.Келлем впервые была применена система координат Гаусса для обработки созданной под его руководством триангуляционной сети в Кузбассе. После принятия системы координат, как обязательной, для всех маркшейдерских съемок проводятся работы по перевычислению в эту систему ранее сделанных съемок и планов. С тех пор и поныне во всех горнодобывающих регионах маркшейдерские съемки производятся в системе плоских прямоугольных координат Гаусса. О роли профессора Н.Г.Келля в этом деле и ее оценке написано выше.

Большая заслуга в деле восстановления, развития и перевода в единую систему плоских координат опорных сетей и маркшейдерских съемок в угольных районах принадлежит Союзмаркштресту. Только за период 1946-1955 гг., этой организацией создано около 6800 пунктов триангуляции 2-4-го классов, проложено 5300 км полигонометрии 1-3-го классов, около 24000 км нивелирных ходов II-IV классов и переведены в единую систему координат маркшейдерские съемки и планы 765 угольных шахт и разрезов.

Профессор И.М.Бахурин руководит кафедрой маркшейдерского дела в сложнейший период истории России с 1923 по 1940 гг. Это были годы самоотверженного труда всех граждан России по восстановлению разрушенного во время империалистической интервенции и гражданской войны народного хозяйства в целом, и горного дела в частности. Деятельность кафедры маркшейдерского дела была направлена на подготовку инженеров-маркшейдеров высшей квалификации, на решение неотложных практических задач маркшейдерии. И.М.Бахуриным читаются студентам новейшие разработки по анализу точности маркшейдерских подземных сетей, по сдвигению горных пород при отработке месторождений полез-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ных ископаемых.

После смерти профессора И.М.Бахурина в 1940 г. кафедру маркшейдерского дела возглавил доцент **Пятлин М.П.** В период 1941-1944 гг. Ленинградский горный институт был эвакуирован в г.Черемхово. Учебная работа не прекращалась, шел прием, обучались аспиранты. В 1943 г. защищает кандидатскую диссертацию **Д.А.Казаковский.** В кон-



**Дмитрий Антонович
Казаковский**

це 1944 г. Ленинградский горный институт возвращается в родное воронихинское здание, украшенное портиком, с двумя известнейшими скульптурами у входа. В 1944 г. по конкурсу на должность заведующего кафедрой маркшейдерского дела избирают молодого, энергичного профессора **Казаковского Д.А.**, ставшего позже (1953 - 1958 гг.) и ректором Ленинградского горного института. Активная жизненная позиция Д.А.Казаковского позволила ему работать по совместительству во ВНИМИ, где он был заведующим отделом сдвига в период с 1945 по 1953 гг. Д.А.Казаковский предложил классификацию угольных месторождений по характеру сдвига горных пород. Им разработана методика приложения конечных разностей при геометризации месторождений полезных ископаемых. Под его руководством коллективом преподавателей кафедры маркшейдерского дела изданы фундаментальные учебники по курсу маркшейдерии для студентов именно этой специальности. В этот период времени кафедра маркшейдерского дела Ленинградского горного института проводит учебные практики по общему курсу маркшейдерии в условиях горного производства. Длительность практики – 8 недель. Студенты проходили практику на шахтах комбината “Эстонсланец”. В середине 50-х гг. XX в. учебная практика стала проводиться в объединении “Ленинградсланец”. В 1957 г. при кафедре маркшейдерского дела Ленинградского горного института создается первая в стране лаборатория электроакустических приборов - единственная у нас и за рубежом. Сотрудники этой лаборатории разработали ряд (более 10) ультразвуковых приборов для маркшейдерской съемки недоступных горных пустот, камер и других объектов. Эти приборы выставлялись на ВДНХ быв.СССР и были награждены медалями и дипломами. Более подробно о теории и практике ультразвуковой съемки можно узнать в монографии: «Звуколокационная съемка горных выработок». /Г.А.Кротов, В.Б.Аранович, Л.Н.Руднев и др. - М.: Недра, 1992 - 232 с. Д.А.Казаковский руководил кафедрой маркшейдерского дела до 1973 г.

В период с 1973 по 1983 гг. заведующим кафедры маркшейдерского дела был профессор **И.Н.Ушаков**, крупнейший специалист в области гор-



**Иван Николаевич
Ушаков**

ной геометрии. Профессор И.Н.Ушаков – патриарх маркшейдерии! В 1977 г. И.Н.Ушаков получил звание Заслуженный деятель науки и техники. Он автор учебника Горная геометрия - первого учебника, написанного по полной программе. Этот учебник выдержал 5 изданий и имел большое значение в становлении одноименного курса.

С 1983 по 1994 гг. заведующим кафедрой маркшейдерского дела работал кандидат технических наук, профессор **Н.И.Стенин** – известный специалист по организации маркшейдерской службы. Его монография «Организация маркшейдерских работ на горных предприятиях» выдержала два издания и была переведена на несколько иностранных языков. В период с 1994 по 1999 гг. обязанности заведующего кафедрой маркшейдерского дела исполнял доцент **Павлов С.П.** За это время – время перестройки и российских реформ, время далеко не радужное для высшей школы Российской Федерации – в Санкт-Петербургском горном институте при реструктуризации факультетов маркшейдерский факультет объединяется с шахтостроительным, образуя факультет освоения подземного пространства, вдвое уменьшается прием студентов на маркшейдерскую специальность, прекращает работу лаборатория ультразвуковых приборов, уменьшается количество работников кафедры маркшейдерского дела. Однако заведующий кафедрой активно участвует в работе 4-го съезда маркшейдеров, где делает доклад о престиже маркшейдерской специальности, о роли маркшейдера в горном производстве. Несмотря на трудности финансирования на кафедре разрабатываются инициативные научно - исследовательские работы по вопросам: сдвига горных пород, горной геометрии и маркшейдерской эргономики.

С 1999 г. кафедру маркшейдерского дела возглавляет доктор технических наук **В.Н.Гусев** – специалист в области сдвига и деформации горных пород и маркшейдерии. Им выявлены новые закономерности распределения деформаций массива горных пород и развития в нем техногенных водопроводящих трещин для решения вопросов подработки водных объектов.



**Владимир Николаевич
Гусев**

В настоящее время кафедра маркшейдерского дела Санкт-Петербургского горного института (помимо заведующего) насчитывает четырех до-

центров, профессора-консультанта И.Н.Ушакова, и одного инженера. Также есть филиал кафедры во ВНИМИ, где трудятся по совместительству профессор **Такранов Р.А.** и два доцента. При кафедре маркшейдерского дела функционирует аспирантура. Преподаватели кафедры много времени отдают работе в филиалах института в городах **Воркута, Инта, Костомукша, Мончегорск, Кировск** и **Сланцы**. Помимо теоретических занятий кафедра маркшейдерского дела организует для студентов учебную практику по маркшейдерии на базе акционерного общества Ленинградсланец (г.Сланцы, Ленинградской обл.) и производственные практики на горных предприятиях России. Сотрудники кафедры маркшейдерского дела

под руководством профессора В.Н.Гусева продолжают исследования по следующим основным направлениям:

- изучение геомеханических процессов сдвижения земной поверхности и массива горных пород при выемке полезных ископаемых и строительстве метрополитена;
- изучение вопросов геометризации недр, статистико-вероятностное моделирование распределения квалитметрических показателей;
- развитие и совершенствование организации маркшейдерской службы России, изучение проблем маркшейдерской эргономики.

В.В.Зверевич, канд.техн.наук, доцент каф. МД; И.С.Пандул, канд.техн.наук, доцент каф.ИГ; (С.-Петербургский ГГИ (ТУ))

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ



А.Н.Шеремет,
канд. техн. наук, доцент
кафедры МД СПГГИ(ТУ)

Фрактальная геометрия и фрактальный анализ – сравнительно новая область науки. В 1975 г. Бенуа Мандельброт ввел термин «фрактал» от латинского слова *fractus*, которое означает «ломанный», «разбитый». Однако только после опубликования в 1983 г. «Фрактальной геометрии природы» («The fractal geometry nature») Мандельброта понятие о фракталах вошло в другие науки и стало основой для рассмотрения различных окружающих нас природных форм. Оказалось, что фракталы дают необычный компактный способ описания объектов и процессов [1].

Традиционные методы горной геометрии основаны на приближенной аппроксимации сложных форм горно-геологических объектов геометрическими фигурами – точками, прямыми, отрезками, плоскостями, многоугольниками и т.д., метрические и топологические размерности которых равны между собой. При этом, когда речь идет о геометризации геологических структур (геометризация МПИ), часть информации об объектах утрачивается, так как распределение квалитметрических характеристик залежи усредняется и форма геологической структуры искусственно упрощается. Фрактальная геометрия, оперирующая дробными метрическими размерностями исследуемых объектов, не только характеризует их геометрический образ, но и отражает процессы их образования и эволюции, что является важным. Многие сложные структуры обладают фундаментальным свойством геометрической регулярности – инвари-

антностью по отношению к масштабу или «самоподобием». При рассмотрении таких структур при различном увеличении обнаруживается, что одни и те же элементы строения повторяются на каждом масштабном уровне. Эти закономерности повторения определяют дробную, или фрактальную размерность структуры. При этом, по-видимому, фрактальная геометрия описывает природные объекты точнее и проще, чем евклидова геометрия. Различают геометрические или регулярные фракталы (множество Кантора, кривые Кох, треугольник и ковер Серпинского и др.) и естественные, природные фракталы (полимеры, облака, пористые среды и т.д.). Итак, определение фрактала можно представить следующим образом. Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому [2]. В традиционной геометрии используется евклидова размерность D_t , которая для точки равна 0, для линии – 1, для плоскости – 2 и для трехмерных фигур – 3. Но, если точки расположены достаточно часто, то при определенном масштабе рассмотрения они сольются в линию. Если линия сильно извивается, то она покрывает собой какую то площадь. Следовательно, размерность таких объектов должна быть дробной или фрактальной.

Геометрические, или регулярные, фракталы строятся методом итераций с бесконечным количеством шагов. Классическими примерами таких объектов являются кривые Кох, множество Кантора, треугольник и ковер Серпинского [2]. Рассмотрим принцип построения геометрического фрактала на примере Канторовского множества (рис.1). Возьмем единичный отрезок a и разделим его на три равные части, а затем среднюю часть b выбросим. Повторим эту операцию для каждого полученного отрезка v и z . В результате деления при бесконечно большом числе поколений получим бесконечное множество точек, рассеянное по единичному отрезку («канторовская пыль»). На первом шаге мы получили два отрезка, равных $1/3$

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

первоначальной длины каждый. Тогда общая длина образованных отрезков составит $L_{(1/3)} = 2/3$, а на втором шаге – $L_{(1/9)} = (2/3)^2 = 4/9$.

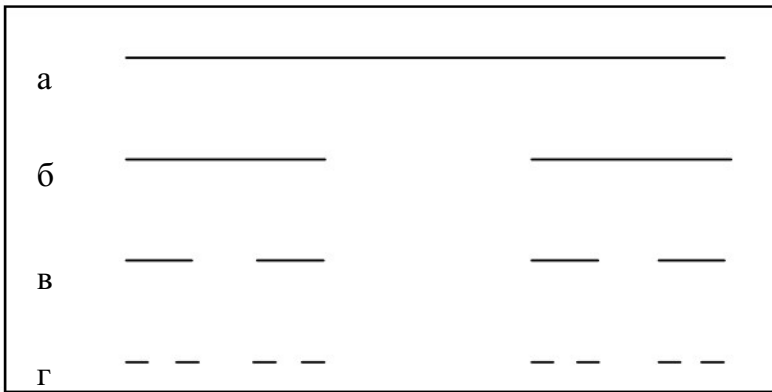


Рис. 1. Триадное множество Кантора

Таким образом, общая длина отрезков на n -ом шаге будет равна

$$L(\delta) = (2/3)^n = \exp\left(-\frac{\ln \delta (\ln 2 - \ln 3)}{\ln 3}\right) = \delta^{1-D},$$

а фрактальная размерность $D = \ln 2 / \ln 3 = 0,6390$. Так как $0 < D < 1$, полученное множество можно рассматривать либо как плотно расположенные точки, либо как очень дырявую прямую. Вид множества будет зависеть от масштаба рассмотрения, от того, какого размера дырки «чувствует» микроскоп. Топологическая размерность такого множества $D_t = 0$, так как D дробное и $D > D_t$, можно заключить, что триадное канторовское множество есть фрактальное множество. Оно будет самоподобным в силу постоянства коэффициента деления и выбрасывания.

Построение приведенного регулярного фрактала производилось по определенным правилам, т.е. каждый последующий шаг был заранее определен. Поэтому подобные фракталы называют детерминированными или регулярными фракталами. Детерминированные фракталы могут строиться в одно, двух, трех и более мерном пространстве из точек, линий, различных фигур. Они имеют постоянный способ перехода от шагу к шагу и, соответственно, постоянное приращение на каждом шаге количества точек, длины, площади, объема. Именно динамику этого приращения и характеризует величина фрактальной размерности D . Таким образом, D – это дробное число, характеризующее степень изрезанности контура или сложности структуры.

Регулярные фракталы не пригодны для моделирования реальных природных процессов и структур, поскольку такие объекты обладают лишь статистическим самоподобием в ограниченном интервале пространственных масштабов. Для устранения этого недостатка можно в построение фрактала ввести элемент случайности, т.е. на каждом шаге масштабных преобразований структурные параметры с вероятностью p_i принимают как одно из возможных значений, а условием нормирования является [3]

$$\sum p_i = 1.$$

Например, во множестве Кантора – выбрасывать случайно выбираемый на каждом шаге элемент. Размер выбрасываемых частей или количество надстраиваемых отрезков также можно менять на каждом шаге с вероятностью p_i . В результате этих преобразований получим несимметричные фигуры, напоминающие природные объекты. В них тоже сохраняется значение фрактальной размерности в связи с постоянным отношением начальной длины к конечной на каждом шаге. Таким образом, они будут являться фракталами, но не детерминированными, а случайными, или статистическими, в которых часть подобна целому только по статистическому параметру – отношению конечной и начальной длины, а подобие формы отсутствует. Исходя из этого, можно сделать вывод, что независимо от природы или метода построения у всех фракталов есть одно важное общее свойство – наличие характеристического числа D , характеризующего сложность структуры.

Фрактальные модели уже нашли свое применение в логико-информационных исследованиях описаний месторождений полезных ископаемых. Савиной И.Г. и Шакиным С.С. была осуществлена одна из первых попыток описания месторождений полезных ископаемых и характеристики реализуемого в нем множества моделью точечного фрактала [4]. В последние годы уже практически доказана возможность использования принципов фрактального анализа при решении различных геологических задач [5]. Для того, чтобы модель самоподобного фрактала подходила для характеристики изучаемого образования, должна существовать пропорциональная зависимость между логарифмом количества n -мерных кубов со стороной δ ($N(\delta)$), покрывающих n -мерный фрактал, и размером стороны δ . Очевидно, что природный объект при увеличении или уменьшении масштаба рассмотрения не будет иметь бесконечного самоподобия. Кроме того, подобными могут оказаться только отдельные масштабные уровни. Поэтому, оценивая соответствие модели самоподобного фрактала, исследуют некоторый интервал масштабов, и определяют фрактальную размерность множества, которое получилось бы, если бы самоподобие объекта было бесконечным. Обычно для определения соответствия фрактальной модели реальному геологическому объекту строят график зависимости $\log N(\delta)$ от $\log(\delta)$. Можно использовать логарифмы по любому основанию, но одинаковому для обеих осей. В случае соответствия точки графика должны уверенно аппроксимироваться прямой линией. Скорость нарастания числа элементов при увеличении масштаба рассмотрения будет являться фрактальной размерностью – D . Она определяется как тангенс угла наклона этой прямой к оси абсцисс. Фрактальная размерность изучаемого объекта является количественной характеристикой степени заполнения им плоскости или пространства. Суть фрактального анализа заключается в исследовании динамики изменений геометрии изучаемого объекта при изменении масштаба рассмотрения.

Фрактальная геометрия природы и опыт успешного использования фрактального анализа в геологии позволяет предположить возможность его применения при геометризации МПИ и, особенно, при решении вопросов изменчивости геотехнологических параметров (трещиноватости, прочности, плотности и пористости массива). Поэтому автором были выполнены исследования в этом направлении. Для исследования геотехнологических параметров разработки на фрактальность необходимо построить график зависимости $\log N(\delta)$ от $\log(\delta)$. Замеры исследуемых параметров выполнялись вдоль борта уступа – по линии. Их изменчивость вдоль борта характеризуется регистрограммой определенной длины и конфигурации, зависящей от протяженности исследуемого участка и изменчивости показателя. При последовательных замерах ориентировок на каком-то интервале уступа, можно рассматривать длину ломанной регистрограммы как «микропроцесс». Далее, выполняя разряжение замеров через 1, 2, 3 и т.д., мы как бы увеличиваем масштаб рассмотрения процесса, проверяя его «самоподобие», т.е. одинаковость с определенной долей вероятности на различных масштабных уровнях. Именно в исследовании динамики изменений геометрии изучаемого объекта при изменении масштаба рассмотрения и заключается суть фрактального анализа. Таким образом, при проверке на фрактальность в качестве δ примем шаг разряжения, а в качестве зависимой величины – длину регистрограммы. Для облегчения вычислений, процесс обработки данных и построения графиков был автоматизирован, при помощи создания макроса в EXCEL, с одновременным выводом на экран уравнения аппроксимирующей прямой с коэффициентом аппроксимации, позволяющим судить о соответствии фактической зависимости натуральных логарифмов длины от натуральных логарифмов шага разряжения линейной модели (рис.2). Коэффициент при неизвестном численно равен тангенсу угла наклона прямой и его значение по модулю характеризует фрактальную размерность.

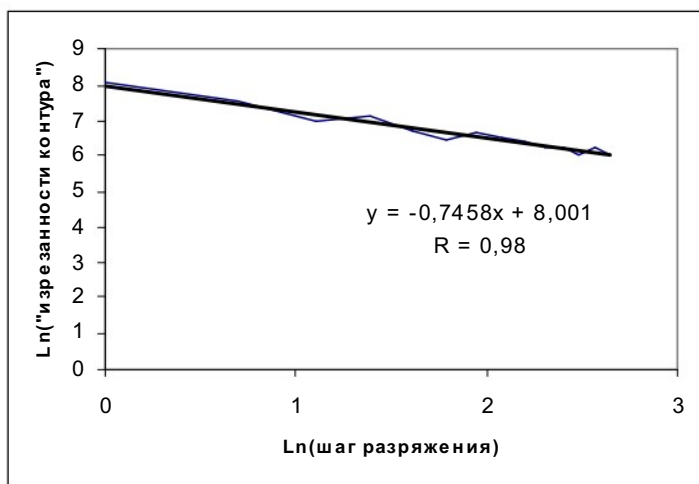


Рис. 2. Исследование на фрактальность расстояния между трещинами системы 1 для угольного пласта карьера «Междуреченский»

Ниже приведены результаты исследования на фрактальность параметров трещиноватости угля (A , δ , P – азимуты падения, углов падения и расстояний между трещинами двух характерных систем трещин), замеренных в условиях однородного геологического строения (пласт III) (табл.1) и для пород вскрыши на примере песчаника 20 (табл.2). В числителе приведена величина фрактальной размерности, а в знаменателе – коэффициент соответствия процесса фрактальной модели.

Таблица 1

	A_1	δ_1	P_1	A_2	δ_2	P_2
По простиранию пласта						
Междуреченский	$\frac{0,29}{0,96}$	$\frac{0,21}{0,93}$	$\frac{0,75}{0,98}$	$\frac{0,52}{0,99}$	$\frac{0,32}{0,96}$	–
Томусинский	$\frac{0,20}{0,91}$	$\frac{0,19}{0,90}$	$\frac{0,63}{0,97}$	$\frac{0,25}{0,91}$	$\frac{0,20}{0,89}$	$\frac{0,84}{0,98}$
По падению пласта						
Междуреченский	$\frac{0,17}{0,96}$	$\frac{0,30}{0,94}$	–	$\frac{0,36}{0,98}$	$\frac{0,35}{0,97}$	–

Таблица 2

	A_1	δ_1	P_1	A_2	δ_2	P_2
По простиранию пласта						
Междуреченский	$\frac{0,27}{0,94}$	$\frac{0,12}{0,89}$	$\frac{0,66}{0,97}$	$\frac{0,43}{0,98}$	$\frac{0,32}{0,97}$	–

Далее на фрактальность исследовались физико-механические показатели пород – плотность, прочность и пористость, которые являются важными геотехнологическими параметрами разработки. Предварительно для песчаника 20 были выполнены исследования по отбору проб и анализу их назначения физико-механических свойств. На каждом пункте были отобраны по 15-20 образцов (всего 14 пунктов). Понятно, что каждый дискретный элемент массива обладает физико-механическими свойствами, фрактальные размерности которых теоретически должны приближаться к 3 (топологической размерности пространства) или даже быть выше. Но, поскольку опробование носит точечный характер, (пробы отбирались на каждом пункте и вдоль линии уступа) то, очевидно, фрактальная размерность геотехнологических параметров в этом случае будет между топологической размерностью точки и прямой (между 0 и 1). Поэтому для подтверждения этого предположения автором исследованы на фрактальность геотехнологические параметры проб, отобранных на каждом пункте. Кроме того, данные по пунктам затем были сгруппированы в одну генеральную совокупность по типам характеристик и опять исследованы на фрактальность. Фрактальные размерности геотехнологических параметров по пунктам приведены в таблице 3. Там же приведены средние фрактальные размерности из фрактальных размерностей, определенных на 14 пунктах, а также общие фрактальные размерности для объединенных генеральных совокупностей. Коэффициенты аппроксимации для этих данных составили в среднем 0,85-0,9.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Таблица 3

Пункт	Расстояние между трещинами	Плотность	Пористость	Прочность
0	0,560	0,349	0,397	0,620
1	0,560	0,530	0,570	0,744
2	0,521	0,523	0,540	0,617
3	0,500	0,691	0,817	0,721
4	0,572	0,333	0,361	0,769
5	0,515	0,368	0,393	0,356
6	0,451	0,400	0,444	0,704
7	0,529	0,663	0,723	0,702
8	0,467	0,649	0,672	0,476
9	0,420	0,433	0,480	0,430
10	0,510	0,601	0,669	0,621
11	0,485	0,458	0,518	0,729
12	0,320	0,980	1,06	0,572
13	0,454	0,668	0,698	0,589
Средние	0,49	0,54	0,60	0,62
Общие	0,66	0,35	0,78	0,63

Из таблицы видно, что разница между средними и общими фрактальными размерностями составила от 2 (для прочности) до 35% (для плотности), что с учетом вероятностного характера рассматриваемых фракталов вполне приемлемо.

Далее были исследованы на фрактальность приведенные расстояния между трещинами, измеренные сплошным способом и через некоторые интервалы, для различных песчаников – пород вскрыши:

- пластопересечение 15, песчаник кровли пласта III (1), три выборки;
- пластопересечение 8, песчаник мелкозернистый, алевролит – междупластье угольных пластов I-III (2) гор.325, четыре выборки.

В таблице 4 приведены результаты исследования замеров на фрактальность.

Таблица 4

Фрактальные размерности	1	2
1	0,611	0,82
2	0,75	0,77
3	0,73	0,63
4		0,71
Средние	0,697	0,703

Значения коэффициентов аппроксимации фрактальным моделям исследуемых данных составили от 0,88 до 1,0.

Если фрактальная размерность характеризует изменчивость (сложность контура), то представляет интерес, как она коррелирует с характеристиками изменчивости вариационной статистики – стандартом

отклонения и коэффициентом вариации. Результаты исследований представлены на рисунках 3 и 4.

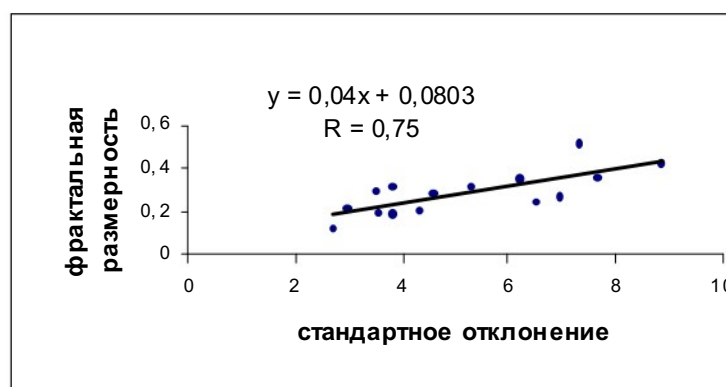


Рис. 3. Зависимость фрактальной размерности от стандарта отклонений для угловых величин

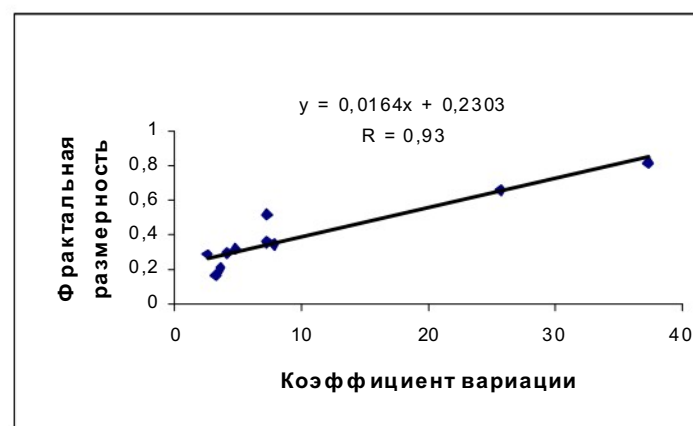


Рис. 4. Зависимость фрактальной размерности от коэффициента вариации

Таким образом, на основе выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Методы фрактальной геометрии позволяют оценить изменчивость геотехнологических параметров разработки на количественной основе, причем более интенсивная изменчивость находит отражение в закономерном возрастании величины фрактальной размерности. Например, для параметров трещиноватости наиболее изменчивым параметром является расстояние между трещинами, а наименее – угол падения (см. табл. 1, 2).

2. Изменчивость параметров трещиноватости вдоль линии уступов можно интерпретировать точечными фракталами с определенной в статистическом смысле величиной фрактальной размерности.

3. Изменчивость прочности, плотности и пористости массива вдоль линии уступа также можно интерпретировать точечными фракталами в силу дискретности процесса опробования, имеющими фрактальные размерности.

4. Фрактальная размерность является универсальной характеристикой изменчивости. Она позволяет сравнивать изменчивость разнородных величин.

Литература

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы, Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 стр.
2. Федер Е. Фракталы, Москва, "Мир", 1991 г., 254 стр.
3. Шакин С.С. Фрактальные модели и перспек-

тивы их использования в геологии// Записки СПГГИ (ТУ), 1993, т. 137, стр.84-90.

4. Шакин С.С., Савина И.Г. Информационные георесурсы// Известия ВУЗов. Геология и разведка, №5, 1996 г., стр.116-120.

5. Савина И.Г. Фрактальный анализ рудных образований Депутатского оловорудного месторождения (Северо-Восточная Якутия), диссертация на соискание уч.степ. к.г.-м.н., СПб., 1997 г., СПГГИ (ТУ).

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМНЫХ СИЛ В РАСЧЕТАХ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ПРИ ПРОХОДКЕ В НЕМ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК



Е.М. Волохов,
СПГГИ (ТУ)

Известно, что проходка горных выработок приводит к существенному изменению естественного напряженно-деформированного состояния (НДС) прилегающего породного массива. Возникающие при этом смещения (сдвиги) в массиве, распространяясь от центра возмущения (горной выработки), могут достигать земной поверхности, образуя мульду сдвижений. Рациональное планирование горных работ в пределах густо застроенных районов городов связано с достоверным прогнозированием влияния этих работ на инфраструктуру мегаполисов. В данной работе мы остановимся на некоторых аспектах теоретического описания упомянутых процессов, связанных с сооружением тоннельных выработок. Массив горных пород, подверженный влиянию проходки, в большинстве случаев можно рассматривать как среду сплошную, а потому ключевую роль в теоретическом описании процесса сдвижений мы отдаем методам механики сплошной среды (МСС), развитый аппарат которой позволяет математически строго описать большинство типовых горнотехнических ситуаций. Сразу оговоримся, что здесь пойдет речь о статических задачах, в расчетных схемах которых среда (массив) с полостью не переходит в запредельное состояние.

Колоссальный арсенал аналитических решений МСС, созданных к настоящему времени для подобного рода задач, позволяет учесть в расчетах ряд тех факторов, которые связаны, как со свойствами реальных массивов горных пород (таких как весомость, анизотропность, неоднородность, пластичность и ползучесть), так и с особенностями сооружения капитальных выработок (наличие временного и постоян-

ного крепления, сложные контура выработок и т.п.). Однако приходится констатировать, что точное аналитическое решение общей многофакторной задачи, учитывающей все факторы, не может быть получено в виду очевидных математических трудностей, а значит нам потребуется выделить основные влияющие факторы с тем, чтобы исключить из расчетной схемы все остальные, влиянием которых можно пренебречь. Для оценки влияния отдельного фактора мы можем воспользоваться готовыми аналитическими решениями из МСС.

Стоит отметить, что использование, численных методов, бурно развивающихся, и по сей день, позволяет учесть практически все упомянутые факторы. Однако решения эти, по сути, являясь математическим экспериментом, не обладают той общностью, которой обладают аналитические решения, а потому уступают последним в причинно-следственной информативности и плохо пригодны для подобного рода оценок.

Таким образом, представляется целесообразным качественным анализ влияния отдельных факторов осуществлять на основе сравнения функций из разных аналитических решений [1], причем подобное сравнение удобно свести там, где это возможно, к оценке самой разности функций.

Большинство, известных к настоящему времени решений интересующих нас задач, оперирует понятием однородной, изотропной и невесомой среды. Реальные породные массивы очевидно неоднородны, анизотропны и слагающие их породы обладают собственным весом. Рассмотрение невесомого массива упрощает получение решения граничных задач в виду того, что исходное поле напряжений считается однородным. В практике расчетов часто приходится иметь дело со случаями, когда выработка располагается на небольших глубинах и, следовательно, гравитационное поле в ненарушенном массиве нельзя считать однородным. Получение таких решений связано с отысканием частного решения однородных дифференциальных уравнений равновесия [5].

В данной работе мы остановимся на оценке

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

влияния фактора «весомости» горных пород на НДС массива вокруг проходимой горной выработки круглого сечения. Говоря здесь о весомости, мы будем понимать под ней наличие объемных сил в расчетной схеме.

То обстоятельство, что горные породы, слагающие массив, обладают собственным весом, не позволяет нам оперировать понятием однородного поля исходных напряжений. С увеличением глубины обе составляющие (горизонтальная и вертикальная) природных напряжений увеличиваются пропорционально глубине. Степень неоднородности исходного поля напряжений, и как следствие, асимметрия поля снимаемых напряжений возле отверстия, связанная с «весомостью» массива, напрямую зависит от глубины заложения и радиуса отверстия. Так, при глубинах заложения тоннеля ($R = 4,25$ м) порядка 60 м уровень исходных (и соответственно, снимаемых) напряжений в щелье свода (как и в лотке) выработки и на уровне горизонтального диаметра отличается примерно на 7%. Примерно тоже можно сказать и о деформациях.

Для случая круглой выработки проходимой в изотропном массиве известно несколько решений учитывающих объемные силы, первое из которых опубликовано в еще 1938 г. [2]. Учет объемных сил в подобных расчетных схемах основательно разобран в работах Г.Н.Савина [7], С.А.Орлова [6] и др. Реализуя, предложенный выше, принцип оценки влияния факторов, для исследования фактора «весомости» воспользуемся сравнением классического «невесомого» решения (см. например [5]) и решения С.А.Орлова [6]. Исходные формулы для напряжений мы приводить не будем в виду их чрезвычайной громоздкости (интересующихся мы отсылаем к работам Г.Н.Савина [7] и С.А.Орлова [6]).

В плоской расчетной системе С.А.Орлова (рис. 1) используется полярная система координат, напряженное состояние массива в которой определяется тремя составляющими σ_r , σ_θ и $\tau_{r\theta}$. Мы помимо анализа в полярной системе координат будем оперировать составляющими НДС массива представленными в прямоугольной системе координат.

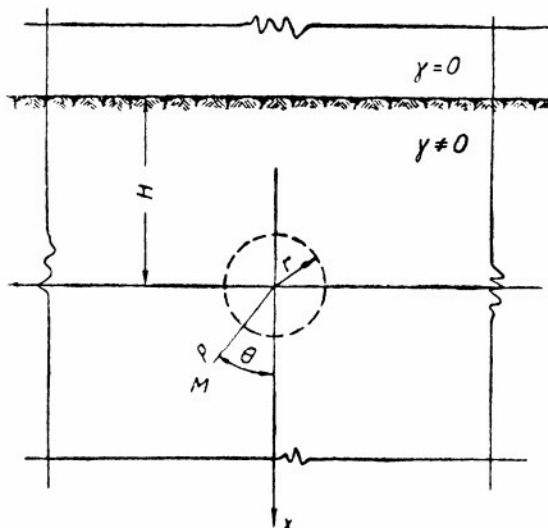


Рис. 1. Расчетная схема С.А.Орлова

Ограничиваясь упругой постановкой этих задач, и учитывая сходство самих математических выражений функций, мы имеем возможность выделить интересующую нас разницу (приращения за «весомость»), которая в полярной системе координат будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_r &:= \frac{-1}{4(1-\mu)} \cdot \left[(3-2\mu) \cdot \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \cdot \gamma \cdot \cos(\theta) + \right. \\ &+ (1-2\mu) \cdot \left. \left[r - \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(1 - \frac{4R^2}{r^2} \right) \right] \cdot \gamma \cos(3\theta) \right], \\ \Delta\sigma_\theta &:= \frac{-1}{4(1-\mu)} \cdot \left[(1+2\mu)r + \frac{(1-2\mu)R^2}{r} \right] \cdot \gamma \cdot \cos(\theta) - \\ &- (1-2\mu) \cdot \left[r - \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(1 - \frac{4R^2}{r^2} \right) \right] \cdot \gamma \cos(3\theta), \\ \Delta\tau_{r\theta} &:= \frac{1}{4(1-\mu)} \cdot \left[\left(r - \frac{R^2}{r} \right) \cdot \gamma \cdot \sin(\theta) + \right. \\ &+ (1-2\mu) \cdot \left. \left[r + \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(3 - \frac{4R^2}{r^2} \right) \right] \cdot \gamma \sin(3\theta) \right]. \end{aligned}$$

Мы также можем выделить и ту часть напряжений, которая возникает при образовании выработки (так называемые снимаемые напряжения), исключив составляющую исходного поля напряжений:

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_r^1 &:= \frac{-1}{4(1-\mu)} \cdot \left[(3-2\mu) \cdot \frac{R^2}{r} \cdot \gamma \cdot \cos(\theta) + \right. \\ &+ (1-2\mu) \cdot \frac{R^4}{r^3} \cdot \left[r - \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(5 - \frac{R^2}{r^2} \right) \right] \cdot \gamma \cos(3\theta) \right], \\ \Delta\sigma_\theta^1 &:= \frac{-1}{4(1-\mu)} \cdot \left[\frac{(1-2\mu)R^2}{r} \cdot \gamma \cdot \cos(\theta) + \right. \\ &+ (1-2\mu) \cdot \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(1 - \frac{4R^2}{r^2} \right) \cdot \gamma \cos(3\theta) \right], \\ \Delta\tau_{r\theta}^1 &:= \frac{1}{4(1-\mu)} \cdot \left[-\frac{R^2}{r^2} \cdot \gamma \cdot \sin(\theta) + \right. \\ &+ (1-2\mu) \cdot \frac{R^4}{r^3} \cdot \left(3 - \frac{4R^2}{r^2} \right) \cdot \gamma \sin(3\theta) \right]. \end{aligned}$$

Из формул видно, что интересующие нас приращения в напряжениях по абсолютной величине зависят только от радиуса R , и не зависят от глубины заложения тоннеля. Относительная же разница по напряжениям зависит и от радиуса R и от глубины заложения тоннеля, определяющей уровень природных (а, следовательно, и снимаемых) напряжений около тоннеля.

Для анализа полученных функций имеет смысл воспользоваться возможностями современных систем компьютерной математики, стремительное развитие которых, во второй половине 90-х годов приве-

ло к созданию программных комплексов (Maple, Mathcad, Mathematica, MATLAB и др.), позволяющих в полной мере оценить все достоинства аналитических функций. Для нашего анализа мы использовали систему Mathcad, с ее хорошо развитым аппаратом трехмерной визуализации.

В качестве примера рассмотрим случай проходки незакрепленного тоннеля радиуса $R=4,5$ м на глубине $H=60$ м в устойчивой породной толще, со следующими физико-механическими характеристиками: объемный вес среды $\gamma=21$ кПа; модуль деформации $E=120$ МПа; коэффициент Пуассона $\mu=0,35$. Поле исходных напряжений здесь определяется собственным весом столба горных пород над выработкой. Для ввода горизонтальных напряжений мы использовали гипотезу акад. А.Н.Динника об отсутствии горизонтальных деформаций в ходе исторического нагружения массива (рис. 2) [2].

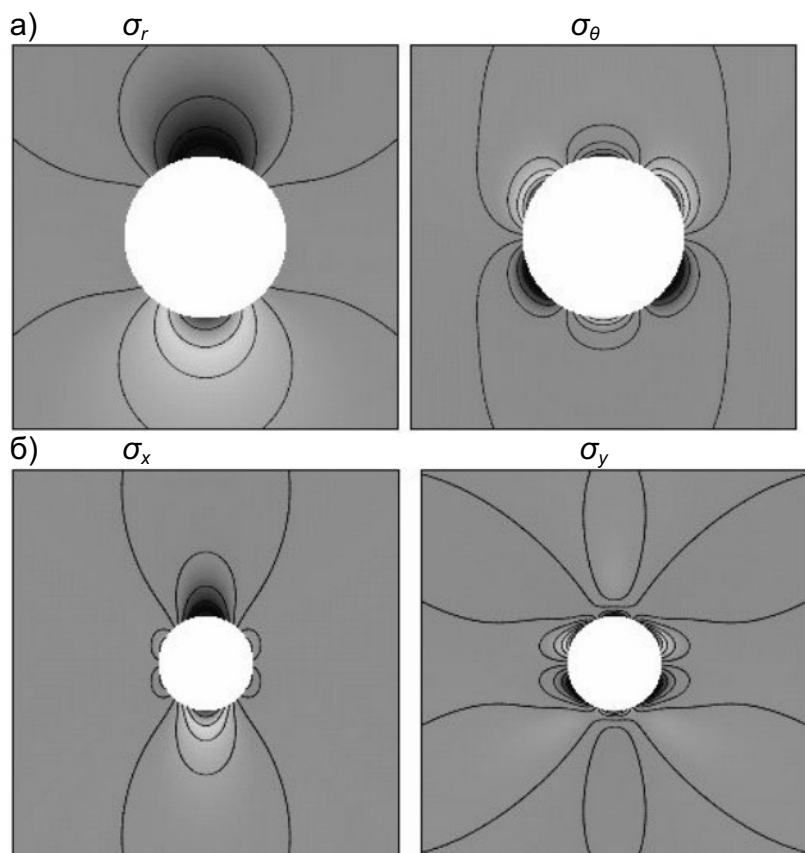


Рис. 2. Распределения «весомых» приращений напряжений в массиве окружающем выработку:

- а) в полярной системе координат;
- б) в прямоугольной системе координат

Из графиков видно, что влияние исследуемого нами фактора проявляется на достаточном удалении от контура выработки (2-3 диаметра выработки), однако даже в этой зоне разница в напряжениях не превышает 10%, причем поля приращений за «весомость» симметричны относительно горизонтальной оси сечения выработки. При расстоянии более 3-х диаметров, влияние «весомости» существенно уступает величинам, определяемым неточностями самой расчетной схемы, связанными главным образом, с погрешностями определения деформационных

свойств породного массива (рис.3). Данная картина, как показали наши исследования, характерна для широкого спектра исходных геометрических и физико-механических характеристик расчетной схемы, свойственных проходке тоннелей и станций метрополитенов глубокого (около 40-80 м) заложения.

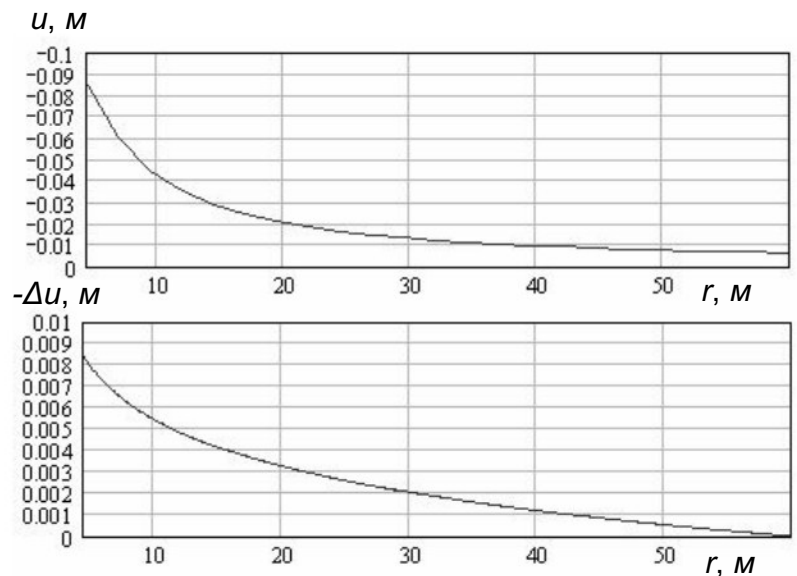


Рис. 3. Распределение вертикальных смещений u , и их «весомых» приращений Δu в массиве над выработкой

Для иллюстрации ощутимого влияния объемных сил на НДС массива ослабленного тоннельной выработкой, при малых глубинах ее заложения, рассмотрим случай проходки не закрепленного тоннеля радиуса $R=4,5$ м на глубине $H=20$ м в устойчивой породной толще, с аналогичными физико-механическими характеристиками. Анализируя полученные результаты, заметим, что помимо существенной разницы в абсолютных значениях составляющих напряжений и деформаций, мы имеем весьма отличающиеся друг от друга картины их распределения в массиве (рис. 4). Здесь величины приращений за «весомость» составляющих поля напряжений вблизи контура выработки сравнимы со значениями природных напряжений, характерная особенность которых определяет вид полей распределений за пределами 2-3 диаметров от выработки. Графики распределения вертикальной составляющей напряжений в плоскости нормальной к оси тоннеля σ_x на рис. 4 представлены в виде трехмерных графиков (где вертикальная ось соответствует уровню напряжения) и в виде плоских градуированных по цвету графиков.

Говоря об отличии в величинах смещений в массиве, стоит отметить, что в виду особенностей «весомого» решения, связанных с характером граничных условий на контуре тоннеля, выражения для распределений смещений в массиве вокруг выработки справедливы лишь на этом контуре.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

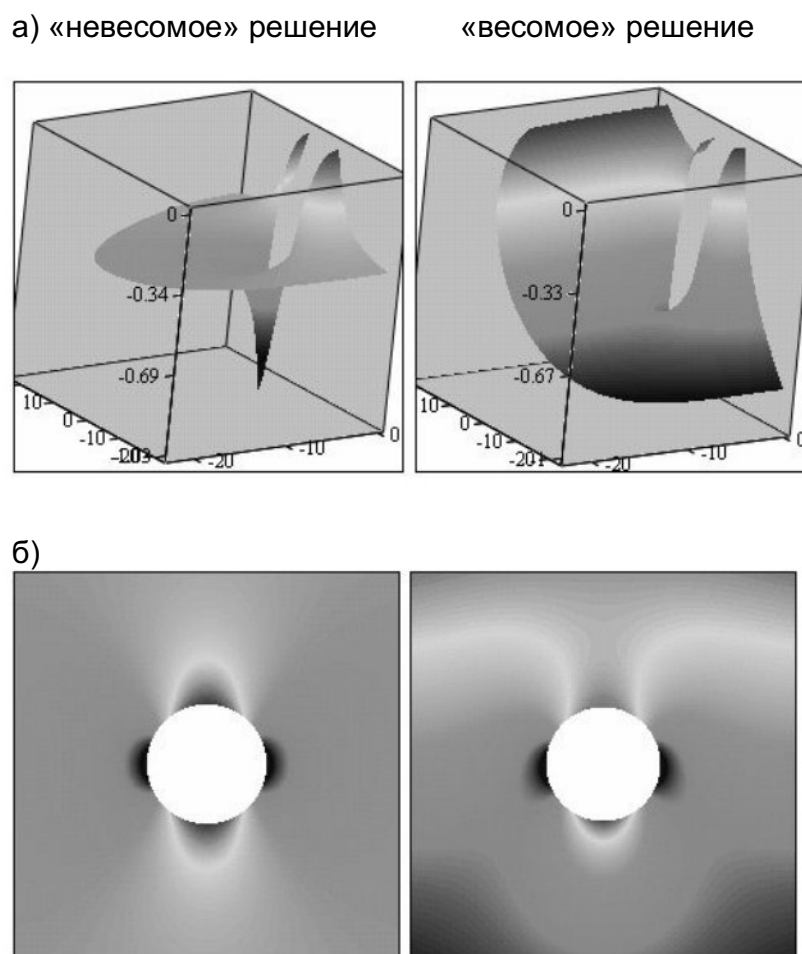


Рис. 4. Распределения вертикальной составляющей напряжений σ_x в массиве окружающем выработку:

- а) в полярной системе координат;
б) в прямоугольной системе координат

За пределами контура смещения, определяемые снимаемыми напряжениями сначала с удалением от тоннеля уменьшаясь, далее начинают возрастать пропорционально $\ln(r)$, что, очевидно, противоречит физическому смыслу рассматриваемой задачи, где с удалением от контура выработки смещения должны уменьшаться по абсолютной величине, стремясь к нулю на бесконечности [3]. В наших оценках приращений за «весомость» для вертикальных смещений над выработкой использовался подход, учитывающий то обстоятельство, что объемный вес среды γ за пределами верхней границе среды (земной поверхности) равен нулю. Анализируя относительную величину приращения (см. рис. 3) можно отметить, что оно не превосходит 20% в пределах подработанной толщи, для рассматриваемого выше случая проходки тоннеля на глубине $H=60$ м.

Кроме того, следует заметить, что такой учет объемных сил не исчерпывает точную постановку задачи для выработки проходимой близко от земной поверхности, так как решение выполнено для односвязной области (т.е. граничные условия на поверхности полуплоскости не соблюдаются). Наиболее предпочтительным подходом в нашей задаче является тот, который приводит к строгому решению для

двусвязной (земная поверхность и контур выработки) области. Такой подход рассмотрен в работе Д.И.Шермана [8] для эллиптической выработки. Его существенным (возможно неизбежным) недостатком является чрезвычайно громоздкие выкладки, сводящиеся к решению бесконечной системы линейных уравнений ([4]) определяющей коэффициенты ряда Фурье, для специально введенной Д.И.Шерманом, функции, через которую вычисляются комплексные потенциалы Н.И.Мусхелишвили [5].

В заключении отметим, что учет «весомости» горных пород в расчетах НДС прилегающего массива при проходке в нем выработок на глубинах, свойственных тоннелям метрополитена глубокого заложения (40÷80 м), приводит к не столь существенному (менее 10% по напряжениям) искажению результатов в сравнении с «невесомой» постановкой задачи. В подобных расчетах целесообразно применять «невесомые» постановки, пренебрегая учетом влияния объемных сил. Однако при глубинах проходки тоннелей менее 30 м этот фактор не должен оставаться без внимания, а для его количественной оценки можно рекомендовать предложенный в данной работе подход.

Литература

1. Волохов Е.М., Гусев В.Н. Некоторые основные принципы аналитического решения задач расчета сдвижений и деформаций массивов горных пород при проходке в нем тоннельных выработок. М., Маркшейдерский вестник №1 (43), 2003.
2. Динник А.Н., Моргаевский А.Б., Савин Г.Н. Распределение напряжений вокруг подземных горных выработок. В кн. Труды совещания по управлению горным давлением. Изд-во АН СССР, М., Л., 1938.
3. Журавлев П.А., Захаревич А.Ф. О распределении напряжений в массиве горных пород с горизонтальной выработкой круглого сечения. В кн. Записки ЛГИ, том XXXVI, вып.3, 1958.
4. Карпенко Л.Н. Упругая задача для весомай полуплоскости с эллиптическим отверстием вблизи её границы. / Реологические вопросы механики горных пород. / Изд. АН Каз. ССР Алма-Ата, 1964.
5. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд. 4. М., Изд-во АН СССР, 1954.
6. Орлов С.А. Давление весомай упругой среды на цилиндрическую среду. / Исследования по теории сооружений. Выпуск VIII. / М., Госстройиздат. 1959.
7. Савин Г.Н. Распределение напряжений около отверстий. М., Наука, 1968.
8. Шерман Д.И. Упругая весомай полуплоскость, ослабленная отверстием эллиптической формы, достаточно близко расположенным от её границы. / Проблемы механики сплошной среды. М., Изд-во АН СССР, 1961.

РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ТОННЕЛЬНЫХ СБОЕК НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ВЕКТОРАЛЬНЫХ ОШИБОК



С.А. Коробков
д-р техн. наук,
профессор СПГГИ(ТУ)



В.А. Голованов
канд. техн. наук,
доцент, СПГГИ(ТУ);

Маркшейдерские работы по обеспечению сбоек горных выработок являются наиболее ответственными, так как от их точности зависят эксплуатационные качества строящихся объектов. Для обеспечения необходимой точности сбоек горных выработок применяется целый комплекс работ:

- предрасчет точности сбойки;
- выбор приборов и методики работ в соответствии с предрасчетом;
- обеспечение контроля при проведении выработок.

В современных условиях маркшейдер имеет широкий выбор приборов, позволяющих значительно снизить затраты времени и труда при проведении выработок на сбойку. При этом наибольший эффект достигается при применении электронных тахеометров и гирокомпасов.

Однако для правильного выбора приборов (порой дорогостоящих) и обоснования применяемой методики работ, необходимо теоретически рассчитать ожидаемую погрешность сбойки. Существуют классические способы предрасчета, где эта задача решается отдельно в плане и высоте.

В статье, на основе теории векториальных ошибок, представляется новая методика предрасчетов точности сбойки для выработок любой пространственной конфигурации. В этой методике в качестве исчерпывающей характеристики точности координатных определений общей точки сбойки принимается ее эллипсоид ошибок. Сравнение параметров двух таких эллипсоидов, рассчитанных по элементам двух встречных полигонометрических ходов, позволит судить о степени ожидаемого с двух сторон совпадения точки сбойки.

Изложение вопросов теории векториальных ошибок начнем с перечисления их по видам измерений, с которыми они связаны напрямую:

- e_s – векториальная ошибка измеренной длины линии S ;
- e_t – векториальная ошибка горизонтального угла

β или дирекционного угла t ;

e_h – векториальная ошибка превышения h ;

e_z – векториальная ошибка зенитного расстояния Z ;

e_g – векториальная ошибка гироскопического азимута A_g .

Поскольку векториальные ошибки e_i представляют собой двунаправленные векторы, то на простых примерах уточним “геометрию действия” этих ошибок на точность положения определяемой точки.

Пусть, к примеру, для определения пространственного положения точки K_2 относительно пункта K_1 (рис.1) измерены: длина линии S_{12} с точностью $\pm m_s$; горизонтальный угол β_{12} с точностью $\pm m''_\beta$; превышение h_{12} с точностью $\pm m_h$.

Очевидно наличие случайных ошибок в результатах измерений приведет к смещению точки K_2 относительно ее безошибочного положения. Так, случайная ошибка $\pm m_s$ в длине линии S_{12} вызовет смещение точки K_2 «вперед-назад» вдоль направления этой линии на отрезок

$$e_s = \pm m_s.$$

Случайная ошибка $\pm m_\beta$ в значении угла β_{12} приведет к смещению точки K_2 «вправо-влево» относительно луча визирования S_{12} с его дирекционным углом t_{12} на отрезок

$$e_t = \pm \frac{m''_\beta}{\rho''} S_{12}.$$

Наконец, случайная ошибка $\pm m_h$ в значении превышения h_{12} вызовет смещение точки K_2 «вверх-вниз» на отрезок

$$e_h = \pm m_h.$$

Из примеров следует: каждая векториальная ошибка e_i состоит из двух элементов: случайной ошибки измерений $\pm m_i$ и линии, вдоль которой смещается определяемая точка. На рис.1 возможные сдвиги точки K_2 показаны парами взаимно обратных векторов. В итоге, при этой вершине возникает веер двусторонних векторов, отождествляющих совокупное влияние всех векториальных ошибок на положение точки.

Поскольку векториальная ошибка \bar{e}_i является объектом векторного вида, то задавать ее будем уравнением в векторной форме

$$\bar{e} = |e| \cos \alpha \cdot \bar{i} + |e| \cos \beta \cdot \bar{j} + |e| \cos \gamma \cdot \bar{k}, \quad (1)$$

где: $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ – орты прямоугольной системы координат; α, β, γ – ориентирующие углы вектора относительно осей координат. Каждый из этих углов отсчитывается от положительного направления соответствующей оси до вектора ОК (рис. 2).

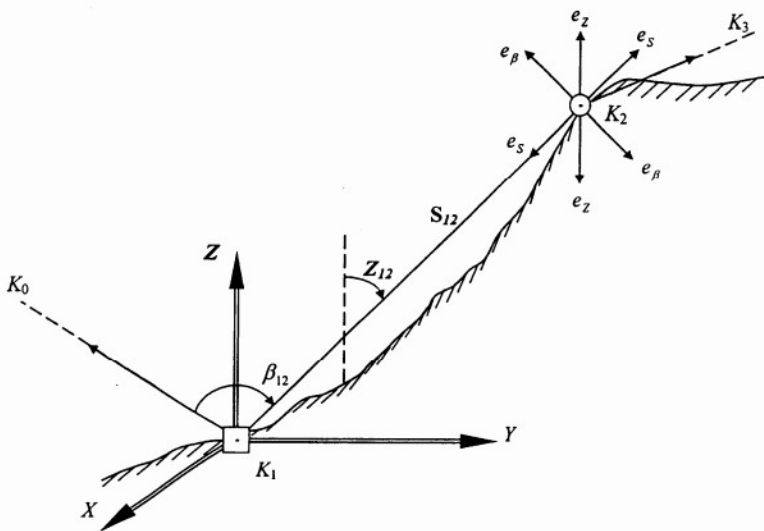


Рис. 1. Определение пространственного положения точки K_2

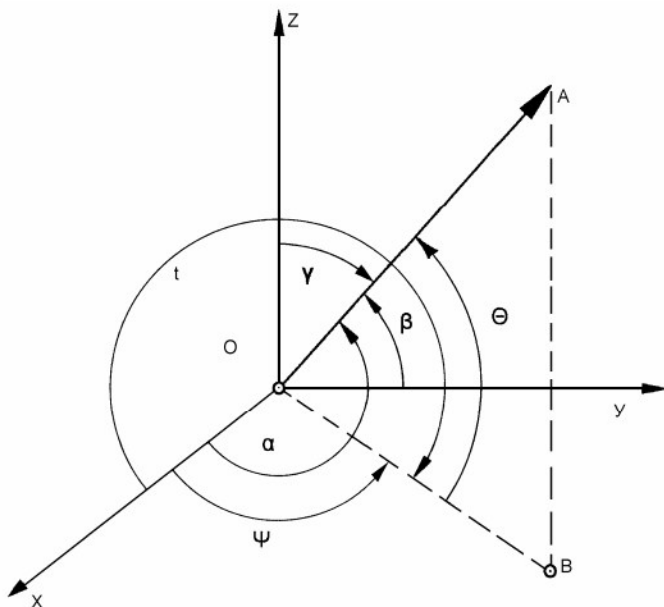


Рис. 2. Зависимость между углами α , β , γ и ψ , θ

Положение вектора ОК вполне определяется еще и углами Ψ и θ , причем $\Psi=360-t$. Угол θ может принимать значения в пределах $\pm\pi/2$, а угол ψ - от 0 до 2π . Зависимости между углами α , β , γ и ψ , θ следуют из рис.2:

$$\begin{aligned} \cos\alpha &= \cos\psi\cos\theta, \\ \cos\beta &= \sin\psi\cos\theta, \\ \cos\gamma &= \sin\theta. \end{aligned} \quad (2)$$

В теоретической части предлагаемой методики оценки точности сбойки представим основные формулы и положения в соответствии с работой [1].

Будем считать, что вдоль проектируемого тоннеля прокладывается полигонометрический ход с применением электронного тахеометра. Следовательно, на каждой определяемой вершине хода возникнут (см. рис.1) векториальные ошибки e_s , e_t , e_h . Их суммарное влияние на точность положения точки сбойки можно описать тензором ошибок

$$M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

компоненты которого определяются равенствами:

$$\left. \begin{aligned} m_{11} &= \left[e^2 \cos^2 \alpha \right], & m_{12} &= \left[e^2 \cos \alpha \cos \beta \right] \\ m_{22} &= \left[e^2 \cos^2 \beta \right], & m_{13} &= \left[e^2 \cos \alpha \cos \gamma \right] \\ m_{33} &= \left[e^2 \cos^2 \gamma \right], & m_{23} &= \left[e^2 \cos \beta \cos \gamma \right] \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Эти равенства содержат полную информацию о всех векториальных ошибках, определяющих точность конечной точки полигонометрического хода, поскольку они составляются по уравнениям (1) для каждой определяемой вершины и суммируются по всему ходу. Образно говоря, эти векториальные ошибки «сгоняются» к определяемой вершине. Итоговым результатом эквивалентного влияния на пространственное положение определяемой точки и будет средний квадратический эллипсоид ошибок с полуосями M_{\max} , M_{med} , M_{\min} .

Тензору (3) ставится в соответствие поверхность второго порядка – эллипсоид ошибок. Его полуоси определяются корнями λ_i ($i=1, 2, 3$) основного уравнения

$$\lambda^3 - S_1 \lambda^2 + S_2 \lambda - S_3 = 0, \quad (5)$$

где: S_1, S_2, S_3 - инварианты тензора (3)

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= m_{11} + m_{22} + m_{33}, \\ S_2 &= \begin{vmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} m_{11} & m_{13} \\ m_{31} & m_{33} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} m_{22} & m_{23} \\ m_{32} & m_{33} \end{vmatrix}, \\ S_3 &= \begin{vmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{vmatrix} \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Само уравнение (5) выводится из раскрытия определителя

$$\begin{vmatrix} (m_{11} - \lambda) & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & (m_{22} - \lambda) & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & (m_{33} - \lambda) \end{vmatrix} = 0. \quad (7)$$

При прямом решении уравнения (5) считается, что оно плохо обусловлено. Чтобы избежать этого и без нарушения строгости решения, тензор (3) представим суммой

$$M = M_S + M_D, \quad (8)$$

где: M_S – сферический тензор, M_D – тензор девиатор.

Они имеют вид

$$M_S = \begin{pmatrix} 1/3S_1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/3S_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/3S_1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

$$M_D = \begin{pmatrix} m'_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m'_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m'_{33} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

где:

$$\left. \begin{aligned} m'_{11} &= m_{11} - 1/3S_1; \\ m'_{22} &= m_{22} - 1/3S_1; \\ m'_{33} &= m_{33} - 1/3S_1. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 &= \lambda'_1 + \lambda_0 \\ \lambda_2 &= \lambda'_2 + \lambda_0 \\ \lambda_3 &= \lambda'_3 + \lambda_0 \end{aligned} \right\}, \quad (19)$$

Тензоры (9) и (10) вместо одного уравнения (5) позволяют получить два новых уравнения

$$(1/3S_1 - \lambda_0)^3 = 0, \quad (12)$$

$$(\lambda')^3 + S'_2 \lambda - S'_3 = 0. \quad (13)$$

В (13) S' – инварианты тензора (10)

$$\left. \begin{aligned} S'_1 &= m'_{11} + m'_{22} + m'_{33} = 0, \\ S'_2 &= \begin{vmatrix} m'_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m'_{22} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} m'_{11} & m_{13} \\ m_{31} & m'_{33} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} m'_{22} & m_{23} \\ m_{32} & m'_{33} \end{vmatrix}, \\ S'_3 &= \begin{vmatrix} m'_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m'_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m'_{33} \end{vmatrix}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Решение уравнения (12) приводит к очевидному результату

$$\lambda_0 = 1/3S_1. \quad (15)$$

Для решения уравнения (13) представим его в записи

$$x^3 + px + q, \quad (16)$$

при $p = S'_2$, $q = -S'_3$ и воспользуемся известным тригонометрическим способом

$$\left. \begin{aligned} 1) \cos \varphi &= \frac{-q}{2\sqrt{-(p/3)^3}}, \quad \varphi^0 = \dots; \\ 2) x_1 &= 2\sqrt{-p/3} \cos \frac{\varphi}{3}; \\ 3) x_2 &= 2\sqrt{-p/3} \cos \left(\frac{\varphi + 2\pi}{3} \right); \\ 4) x_3 &= 2\sqrt{-p/3} \cos \left(\frac{\varphi + 4\pi}{3} \right); \\ 5) \text{Контроль: } &x^3 + px + q = 0, \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

где: $x_1 = \lambda'_1$; $x_2 = \lambda'_2$; $x_3 = \lambda'_3$.

Получение инвариантов по корням $\lambda'_1, \lambda'_2, \lambda'_3$

$$\left. \begin{aligned} S'_1 &= \lambda'_1 + \lambda'_2 + \lambda'_3 = 0 \\ S'_2 &= \lambda'_1 \lambda'_2 + \lambda'_1 \lambda'_3 + \lambda'_2 \lambda'_3 \\ S'_3 &= \lambda'_1 \lambda'_2 \lambda'_3 \end{aligned} \right\}, \quad (18)$$

с контролем по (14).

Получение корней основного уравнения (5) в виде сумм

и их расстановка по принципу $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$.

Вычисление инвариантов по $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 \\ S_2 &= \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 \\ S_3 &= \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \end{aligned} \right\}, \quad (20)$$

с контролем по (6).

Заключительный контроль по уравнению (5)

$\lambda_i^3 - S_1 \lambda_i^2 + S_2 \lambda_i - S_3 = 0$, ($i=1, 2, 3$) и получение значений полуосей эллипсоида ошибок:

$$\left. \begin{aligned} M_{\max} &= \sqrt{\lambda_1}, \\ M_{\text{med}} &= \sqrt{\lambda_2}, \\ M_{\min} &= \sqrt{\lambda_3}. \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Для отыскания ориентирующих углов α, β, γ каждой полуоси эллипсоида ошибок представим эти полуоси векторами A, B, C для $M_{\max}, M_{\text{med}}, M_{\min}$ соответственно, а необходимые соотношения и формулы получим на примере вектора A .

Из решения системы трех однородных уравнений вида

$$\left. \begin{aligned} (m_{11} - \lambda_1)A_1 + m_{12}A_2 + m_{13}A_3 &= 0, \\ m_{21}A_1 + (m_{22} - \lambda_1)A_2 + m_{23}A_3 &= 0, \\ m_{31}A_1 + m_{32}A_2 + (m_{33} - \lambda_1)A_3 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

получим соотношения

$$\left. \begin{aligned} \frac{A_1}{K'_1} &= \frac{A_2}{K'_2} = \frac{A_3}{K'_3}, \\ K'_1 &= \begin{vmatrix} (m_{22} - \lambda_1) & m_{23} \\ m_{32} & (m_{33} - \lambda_1) \end{vmatrix} \\ K'_2 &= \begin{vmatrix} m_{23} & m_{21} \\ (m_{33} - \lambda_1) & m_{31} \end{vmatrix} \\ K'_3 &= \begin{vmatrix} m_{21} & (m_{22} - \lambda_1) \\ m_{31} & m_{32} \end{vmatrix}, \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

которые позволяют определить направление вектора A первой полуоси.

Для остальных двух полуосей получим аналогичные равенства через свои векторы B и C и свои корни λ_2, λ_3

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

$$\begin{aligned}
 & \frac{B_1}{K_1''} = \frac{\begin{vmatrix} (m_{33} - \lambda_2) & m_{31} \\ m_{13} & (m_{11} - \lambda_2) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m_{31} & m_{32} \\ (m_{11} - \lambda_2) & m_{12} \end{vmatrix}} \\
 & \frac{B_2}{K_2''} = \frac{\begin{vmatrix} m_{31} & m_{32} \\ (m_{11} - \lambda_2) & m_{12} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m_{32} & (m_{33} - \lambda_2) \\ m_{12} & m_{13} \end{vmatrix}}, \\
 & \frac{B_3}{K_3''} = \frac{\begin{vmatrix} m_{32} & (m_{33} - \lambda_2) \\ m_{12} & m_{13} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (m_{11} - \lambda_2) & m_{12} \\ m_{21} & (m_{22} - \lambda_3) \end{vmatrix}}
 \end{aligned} \tag{24}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{C_1}{K_1'''} = \frac{\begin{vmatrix} (m_{11} - \lambda_3) & m_{12} \\ m_{21} & (m_{22} - \lambda_3) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m_{12} & m_{13} \\ (m_{22} - \lambda_3) & m_{23} \end{vmatrix}} \\
 & \frac{C_2}{K_2'''} = \frac{\begin{vmatrix} m_{12} & m_{13} \\ (m_{22} - \lambda_3) & m_{23} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} m_{13} & (m_{11} - \lambda_3) \\ m_{23} & m_{21} \end{vmatrix}} \\
 & \frac{C_3}{K_3'''} = \frac{\begin{vmatrix} m_{13} & (m_{11} - \lambda_3) \\ m_{23} & m_{21} \end{vmatrix}}{\dots}
 \end{aligned} \tag{25}$$

Определители знаменателей (обозначенные через K_1, K_2, K_3) в выражениях (23), (24), (25) составляются из элементов матрицы системы (22) путём их циклической перестановки.

Из (23), (24), (25) получим формулы направляющих косинусов полуосей эллипсоида ошибок.

Ориентирующие углы полуоси M_{\max}

$$\begin{aligned}
 \alpha_A &= \arccos \frac{k'_1}{\sqrt{\sum_i (k'_i)^2}}, \\
 \beta_A &= \arccos \frac{k'_2}{\sqrt{\sum_i (k'_i)^2}}, \\
 \gamma_A &= \arccos \frac{k'_3}{\sqrt{\sum_i (k'_i)^2}}.
 \end{aligned} \tag{26}$$

Контроль: $\cos^2 \alpha_A + \cos^2 \beta_A + \cos^2 \gamma_A = 1$.

Ориентирующие углы полуоси M_{med}

$$\begin{aligned}
 \beta_B &= \arccos \frac{k''_1}{\sqrt{\sum_i (k''_i)^2}}, \\
 \gamma_B &= \arccos \frac{k''_2}{\sqrt{\sum_i (k''_i)^2}}, \\
 \alpha_B &= \arccos \frac{k''_3}{\sqrt{\sum_i (k''_i)^2}}.
 \end{aligned} \tag{27}$$

Контроль: $\cos^2 \alpha_B + \cos^2 \beta_B + \cos^2 \gamma_B = 1$.

Ориентирующие углы полуоси M_{\min}

$$\begin{aligned}
 \gamma_C &= \arccos \frac{k'''_1}{\sqrt{\sum_i (k'''_i)^2}}, \\
 \alpha_C &= \arccos \frac{k'''_2}{\sqrt{\sum_i (k'''_i)^2}}, \\
 \beta_C &= \arccos \frac{k'''_3}{\sqrt{\sum_i (k'''_i)^2}}.
 \end{aligned} \tag{28}$$

Контроль: $\cos^2 \alpha_C + \cos^2 \beta_C + \cos^2 \gamma_C = 1$.

Контроль взаимной перпендикулярности трех осей эллипсоида ошибок

$$\begin{aligned}
 \cos(\alpha_A) \cdot \cos(\alpha_B) + \cos(\beta_A) \cdot \cos(\beta_B) + \cos(\gamma_A) \cdot \cos(\gamma_B) &= 0, \\
 \cos(\alpha_A) \cdot \cos(\alpha_C) + \cos(\beta_A) \cdot \cos(\beta_C) + \cos(\gamma_A) \cdot \cos(\gamma_C) &= 0, \\
 \cos(\alpha_C) \cdot \cos(\alpha_B) + \cos(\beta_C) \cdot \cos(\beta_B) + \cos(\gamma_C) \cdot \cos(\gamma_B) &= 0.
 \end{aligned} \tag{29}$$

Формулами (21), (26), (27) и (28) определяются численные значения полуосей эллипсоида ошибок и их ориентирующие углы. В работе [1] приведен пример определения элементов эллипсоида ошибок. На рис. 3 представлен эллипсоид ошибок, по которому можно определить распределение ошибок в трехмерном виде.

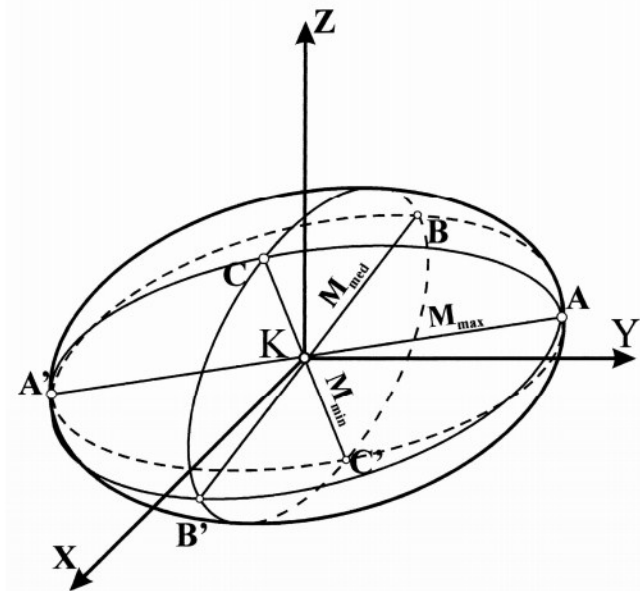


Рис. 3. Эллипсоид ошибок

В заключении отметим: предлагаемая методика предрасчетов точности тоннельных сбоек для горных выработок любой формы в пространстве горного массива, по нашему мнению, может найти практическое применение при проектировании и реализации ответственных инженерных объектов.

Литература

1. Коробков С.А. Тензор ошибок на плоскости и в пространстве. Известия Вузов Геодезия и Аэрофотоъемка, 2000, № 2 с. 3-20.

РАЗВИТИЕ ШКОЛЫ ВНИМИ



*Д.В. Яковлев, Генеральный директор
ВНИМИ, профессор, д-р техн. наук*

В октябре 1932 г. в Ленинграде было учреждено Центральное научно-исследовательское маркшейдерское бюро (ЦНИМБ), которое постановлением ГКО от 18 июля 1945 г. было преобразовано во Всесоюзный научно-исследовательский маркшейдерский институт – ВНИМИ, а его отделения в филиалы: Украинский, Московский, Уральский, Сибирский и Казахский. Первым научным руководителем ЦНИМБа был утвержден проф. И.М.Бахурин.

В задачи института входило: исследование процессов сдвига горных пород под влиянием горных выработок; разработка мер охраны земной поверхности, зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных работ; разработка рациональных методов управления горным давлением; разработка мер по охране недр (снижению уровня потерь полезных ископаемых при эксплуатации месторождений) и правил учета движения запасов; совершенствование техники и методики маркшейдерских работ; конструирование, изготовление и испытание новых маркшейдерских инструментов и приборов.

Был создан Ученый совет, в состав которого вошли академик А.П.Герман, контр-адмирал

В.В.Каврайский, член-корреспондент АН СССР Н.Г.Келль, профессора С.Г.Авершин, Д.А.Казаковский, Б.Н.Чуриловский, Б.И.Никифоров, доценты Б.В.Бокий, И.Н.Ушаков и др.

50-е и 60-е годы явились периодами формирования научной школы ВНИМИ, развертывания новых научных подразделений и значительного расширения круга решаемых задач.

Научный престиж ВНИМИ возрастал благодаря деятельности выдающихся ученых – С.Г.Авершина, А.Н.Омельченко, Г.Н.Кузнецова, Г.Н.Крупенникова, Г.Л.Фисенко, С.Т.Кузнецова, И.М.Петухова, К.А.Ардашева, С.Н.Лаврова, С.А.Филатова, Н.А.Филатова, А.А.Орлова, В.Н.Земисева, Я.А.Бича и многих других.

Отличительной чертой научной школы ВНИМИ становится сочетание глубоких фундаментальных научных исследований и ярких инженерных решений.

Возникает понимание необходимости изучения горного массива, как динамической системы, эволюция которой происходит под действием природных (экзогенных и эндогенных) и техногенных факторов. Целостное восприятие геологической среды потребовало изучения различных геологических, геофизических и физических полей. В институте возникают лаборатории геомеханики, геодинамики, геологии, геофизики, гидрогеологии, физического моделирования и разрушения горных пород, методики маркшейдерских работ, оптико-электронных приборов и гироскопии, сдвига горных пород и устойчивости бортов карьеров и др. Продолжают развиваться филиалы и представительства ВНИМИ – региональные центры горно-экспериментальных исследований и внедрения разработок института.

Принципы исследований научной школы ВНИМИ универсальны, поскольку опираются на системное изучение фундаментальных функций геологической среды – строение, состав, свойства и состояние. Полученные научные результаты становятся необходимы самым разным горнодобывающим предприятиям – угольной, рудной и нерудной промышленности, организациям нефтегазового комплекса и др. Среди наиболее крупных заказчиков научно-исследовательских работ института – ОАО ГМК «Норильский никель», ОАО «Кольская ГМК», АК «Алмазы России», ОАО «Газпром», ОАО «Татнефть», ОАО «Юганскнефтегаз», ОАО «Илецксо́ль», ОАО «Севералюмин», «ГИПС-КНАУФ», ОАО «Воркутауголь», Минэнерго РФ, Минпромнауки РФ.

Институт приобретает обширные зарубежные связи, является участником пяти международных на-



К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

учных обществ, в том числе, входящих во Всемирный горный конгресс, Европейской экономической комиссии ООН, постоянным коллективным членом международного общества по маркшейдерскому делу.

Сегодня научный потенциал института включает 35 действительных членов специализированных академий наук, 22 доктора наук, 98 кандидатов наук, 8 заслуженных деятелей России при численности института 450 человек. Тридцать восемь ведущих ученых института являются лауреатами Государственных и правительственных премий, в том числе за 1999 и 2000 гг.

В рамках одной статьи невозможно описать все исследования, составившие научную школу ВНИМИ, а простое их перечисление вряд ли представляет интерес.

Попытаемся выявить то общее, концептуальное, что сохраняет и развивает научную школу, что дает новые идеи и результаты.

Многие годы исследования геодинамических явлений (горные удары, внезапные выбросы угля, породы и газа), выполнявшиеся различными научными центрами, исходили из положений о их различной природе. Развивались методы исследований, прогноза и предотвращения отдельно горных ударов, отдельно выбросов. Такое положение могло бы существовать еще долго. Но во ВНИМИ зарождается новый подход к изучению геодинамических явлений – от общего к частному. От геодинамики недр к геодинамическим явлениям. Идея витала давно, и мы постепенно готовились к новому пониманию. Как и во многих других случаях практика горных работ внесла ясность. На шахтах ОАО «Воркутауголь» стали происходить геодинамические явления, признаки которых были характерны и для горных ударов и выбросов. Там же, а также на Баренцбургском месторождении архипелага Шпицберген, шахтах Кузбасса, рудниках СУБРа, Талнахского рудного узла стали фиксироваться горные удары, в формировании которых значительную роль играла сейсмическая энергия больших объемов блочных структур горного массива. Эти горные удары были отнесены к классу горно-тектонических.

Громадные масштабы техногенного воздействия на геологическую среду Кузбасса, месторождений апатитов Кольского полуострова и др. вызвали изменения предельно-напряженного состояния недр на больших территориях, что привело к возникновению техногенной сейсмичности и техногенным землетрясениям. Возникла необходимость создания в институте комплекса новых лабораторных установок для исследования энергообменных процессов в блочных структурах. (Этот комплекс в 1997 г. получил золотую медаль Брюссельского салона патентов и изобретений). Одновременно ведется ретроспективный анализ геодинамических явлений, происшедших на угольных и рудных месторождениях в последние 50 лет, который позволяет выявить ритмы геодинамической активности в функции энергии экзогенных электромагнитных и гравитационных полей. Найдены достаточно

убедительные объяснения механизма энергообменных процессов.

Теперь на базе энергетической теории горных ударов и энергетически-силовой теории выбросов можно было создавать основы общей теории горных ударов и выбросов и классификацию геодинамических явлений (рис. 1).

Результат – в институте формируется новое научное направление – горная (прикладная) геодинамика или геодинамика недр.

Исходными положениями нового этапа развития геомеханики как науки о структуре, физико-механических свойствах и напряженно-деформированном состоянии горного массива в наших исследованиях теперь являются:

- земная кора представляет собой блочно-иерархическую структуру, элементами которой являются как собственно структурно-вещественные комплексы, так и связующие их элементы, являющиеся системообразующими связями;
- динамические процессы в земной коре обусловлены силами гравитационного и электромагнитного взаимодействия, которые проявляются в полях напряжений, силы тяжести, фильтрации, тепловом, электрическом и магнитном полях. Они по сути и определяют системообразующие связи. Эволюция этих полей является признаком эволюции геомеханического состояния горного массива.
- статическая линейная геомеханика в значительной степени исчерпала ресурс развития, создав предпосылки становления нелинейной волновой геомеханики.

Следуя первому положению можно утверждать, что одним из фундаментальных понятий геомеханики, а также геодинамики является структура (синоним – строение) вещества Земли. В науках о структуре Земли ведущая роль принадлежит геотектонике и исторической геологии, в основе которых лежит статический и кинетический анализ структур. Однако эти дисциплины не дают ответа на вопрос, какие силы и энергомассообменные процессы лежат в основе эволюции состава, строения, свойств и состояния геологической среды.

Именно геодинамика отражает те геологические, геофизические, геохимические и гидрогеологические процессы, которые определяют природу и закономерности эволюции движения материи под воздействием эндогенных и экзогенных факторов. Следуя Ю.Е.Погребицкому, можно сказать, что роль ствола, связывающего различные ветви геологии, геофизики, геохимии и гидрогеологии, предназначается геодинамике. В своих исследованиях мы придерживаемся трех основных постулатов:

- массив горных пород представляет собой динамическую развивающуюся систему, адекватно описываемую четырьмя универсальными фундаментальными функциями; строение, состав, свойства и состояние;

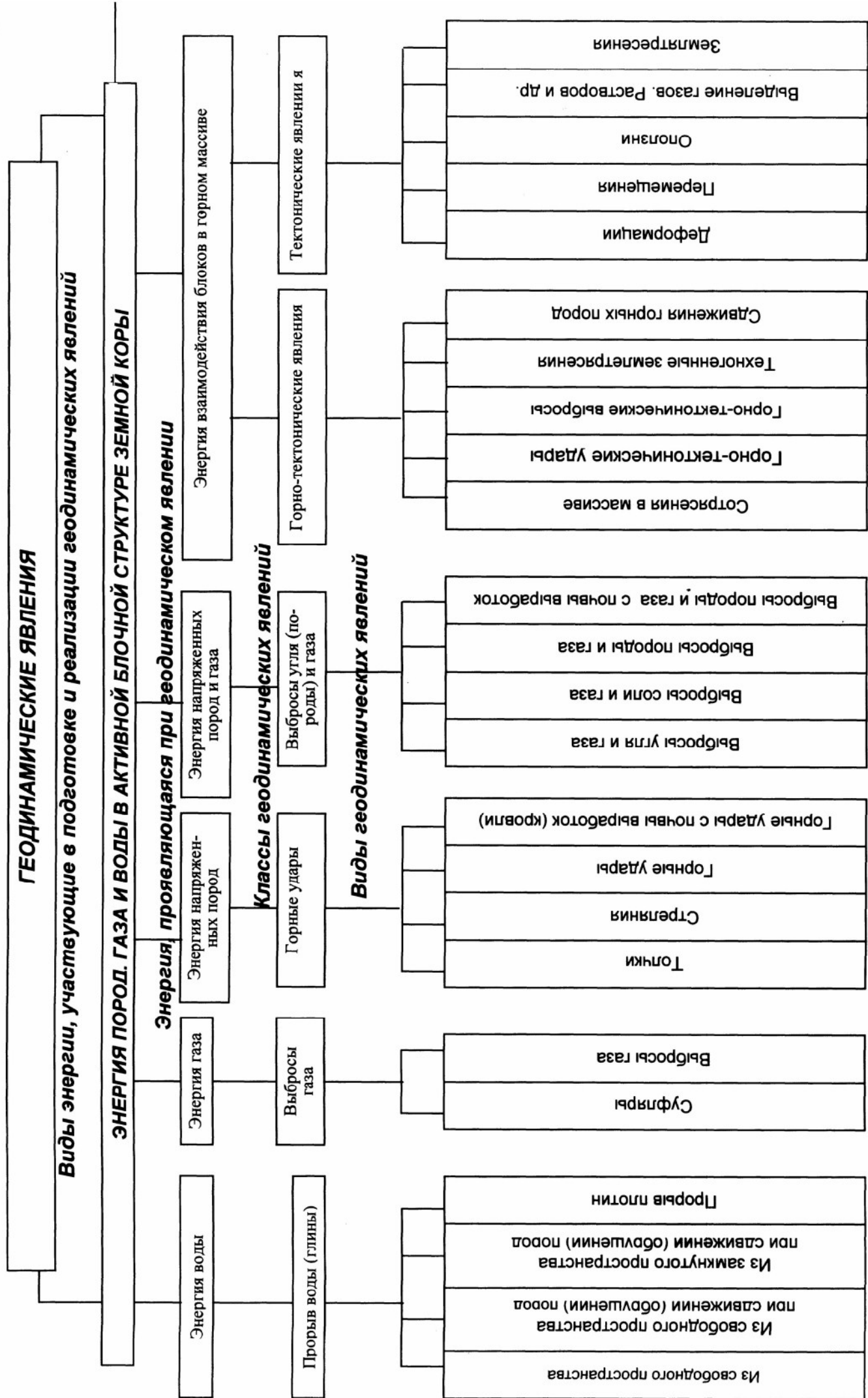


Рис. 1. Классификация геодинамических явлений

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

- каждая фундаментальная функция есть динамическая система, изменяющаяся в пространстве и времени под воздействием природных (экзогенных и эндогенных) и техногенных факторов,
- наиболее существенная нелинейная эволюция фундаментальных функций происходит в энергоактивных областях геологической среды – природных и искусственных зонах энергомассообмена.

Можно сказать, что основная научная идея заключается в изучении истории формирования и эволюции универсальных фундаментальных функций, позволяющих с единых позиций реконструировать геолого-геофизическую и геомеханическую модели массива горных пород.

Геомеханическая модель массива может быть представлена упомянутыми функциями посредством специфических переменных свойств, которыми, как известно, являются физико-механические свойства. Заметим, например, что физико-геологическая модель будет отличаться видом функции свойств.

Иными словами, вид функции свойств определяет тип модели объекта.

Теперь можно сформулировать основные научные задачи, определяющие развитие волновой, нелинейной геомеханики:

- выделение блочной структуры горного массива, определение ее генезиса и изучение энергообменных процессов между блоками разных иерархических уровней;
- поиск и изучение энергоактивных (нелинейных) образований, характеризующихся аномальной динамикой физических, геофизических и других полей;
- исследование факторов динамики фундаментальных функций и ритмов их эволюции;
- создание систем мониторинга эволюции в пространстве и времени состояния горного массива по данным геолого-маркшейдерских, геофизических, геохимических и гидрогеологических исследований;
- физическое и математическое моделирование эволюции геодинамического состояния горного массива при различных природных и техногенных воздействиях.

Новые представления о роли горной геодинамики в изучении геомеханических процессов получили очень важное практическое применение.

Как показала практика многолетних работ ВНИМИ, безопасную и эффективную эксплуатацию инженерных объектов и коммуникаций можно обеспечить, если из множества разломов земной коры будут выделены те, которые сохранили или усиливают свою активность, если произведена оценка напряженного состояния отдельных блоков и эволюции этого состояния при том или ином воздействии.

Само понятие *геодинамической опасности* можно сформулировать как совокупность неблагоприятных природных факторов, связанных с исходным состоянием блочного массива горных пород, и

техногенных воздействий в результате инженерной деятельности при освоении недр и земной поверхности, а *обеспечение геодинамической безопасности* – предупреждение или исключение неблагоприятных сочетаний природных и техногенных факторов, вызывающих промышленные аварии и чрезвычайные ситуации в зонах риска.

Исходя из сказанного, геодинамическая безопасность инженерных сооружений и конструкций (например, магистральных нефте-газопроводов) может быть обеспечена только при решении следующих задач:

- выделение геодинамически потенциально опасных зон;
- проведение комплекса геофизических, геохимических и геодезических наблюдений на потенциально опасных участках с целью уточнения их границ, дифференциации уточненных зон по степени геодинамической активности и выделения наиболее опасных участков – зон риска;
- разработка рекомендаций по выбору оптимального места расположения сооружений и мероприятий по их охране в зонах риска;
- организация геодинамического мониторинга в зонах риска.

В результате развертывания сети мониторинговых наблюдений в зонах риска появляется возможность создания информационно-аналитической системы. Такая система сбора, передачи информации в единый центр и ее обработки позволяет более оперативно и объективно принимать решения, направленные на исключение возможности проявления ЧС на самых ранних стадиях развития опасных природных и техногенных процессов (рис.2).

При эксплуатации месторождений нефти и газа все более актуальными становятся вопросы влияния горного и газового давления на эффективность и безопасность их извлечения. Например, при разработке газовых месторождений, характеризующихся большими глубинами залегания продуктивных пластов, выявлены максимальные скорости оседания до 25 мм/год (Шебелинское). С образованием уступов амплитудой 1,5-2,5 м происходят разрывы труб коммуникаций, смятие обсадных колонн и образование суффозионных воронок. На многих нефтяных и газовых месторождениях отмечаются многочисленные техногенные землетрясения различной интенсивности.

ВНИМИ, являясь головным институтом в области горной геомеханики, ведет систематические исследования условий формирования зон повышенных концентраций горного и газового давления в горном массиве, экспериментально и аналитически оценивает напряженное состояние в конкретных горно-геологических условиях и разрабатывает принципиально новые методы построения пространственных геодинамических и геомеханических моделей месторождений (их участков).

Разработанные методы оценки и контроля напряженного состояния блочных структур позволяют прогнозировать геодинамическое состояние на отдельных участках горного массива, в том числе на разных стадиях разработки нефтяных и газовых месторождений.

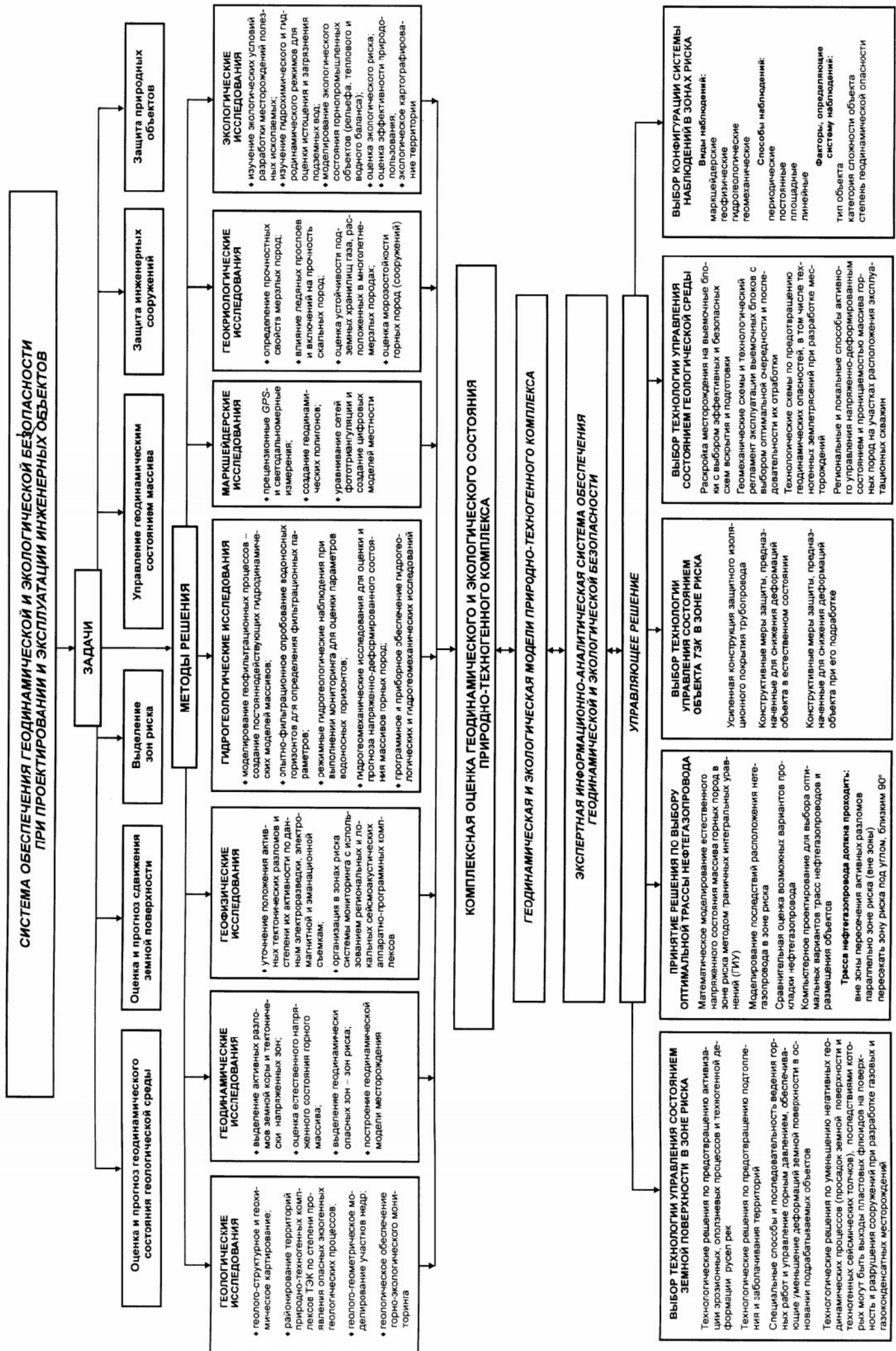


Рис. 2. Система обеспечения геодинамической и экологической безопасности объектов ТЭК

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Из рассматриваемых вариантов отработки за оптимальный принимается тот, по которому достигается максимальная эффективность извлечения полезного ископаемого с соблюдением геодинамической безопасности в массиве горных пород и на земной поверхности.

Текущий прогноз геодинамического состояния недр осуществляется при непосредственной эксплуатации месторождений с использованием прогнозных двух- и трехмерных карт напряженного состояния массива горных пород. На этой стадии решаются вопросы порядка и последовательности отработки месторождения, а также варианты интенсификации притока газа к добычным скважинам. Одновременно разрабатываются и осуществляются технологические мероприятия по управлению геодинамическим состоянием массива горных пород путем, например, заблаговременного направленного изменения горного и газового давления, физико-механических свойств, формирования зон разгрузки и т.п.

Следует заметить, что система мероприятий, обеспечивающих эффективное и безопасное извлечение метана из угольных пластов, а также интенсификация дебита скважин, в целом соответствуют приведенным выше.

В рассмотренных задачах важнейшее значение имеет построение адекватной геомеханической (геодинамической) модели, осваиваемого участка недр. Это одинаково важно и для проблем нефтегазового комплекса и для обеспечения эффективной и безопасной разработки угольных, рудных и нерудных месторождений. Знание характера распределения полей напряжений в горном массиве позволяет решить задачи оптимизации вскрытия и раскройки шахтных полей, безремонтного поддержания горных выработок и способов управления горным и газовым давлением.

Исследования устойчивости бортов и уступов карьеров, разрабатывающих кимберлитовые трубки «Мир», «Айхал», «Интернациональная», «Удачная» позволили впервые в практике открытых горных работ разработать рекомендации по максимально допустимым углам наклона бортов с учетом особенностей напряженного состояния прибортового массива горных пород для выемок близкой к круглой форме.

Важным направлением развития работ в области геодинамической безопасности, по нашему мнению, является разработка кадастра или реестра участков по геодинамической активности, с оценкой степени возможного геодинамического риска. Это позволит учитывать риск через роялти в гибкой форме (через коэффициенты) в пределах отдельно взятого региона, района, локальной территории.

На примере развития в институте нового научного направления – горной геодинамики – мы увидели впечатляющее количество новых практических приложений полученных знаний. Горная геодинамика дала толчок к созданию новых аппаратных геофизических разработок, методик маркшейдерских наблюдений, геоинформационных и программных средств.

Кроме того, созданы системы непрерывного контроля естественного электромагнитного излучения и сейсмоакустических полей для обеспечения геодинамической безопасности Северо-Муйского тоннеля, рудников ГМК «Норильский никель», Анжерского геодинамического полигона. Эти системы снабжены оригинальной телеметрией и пакетом прикладных программ.

Важным этапом развития системных маркшейдерских и геомеханических исследований в институте стало создание геодинамического полигона на полях затапливаемых шахт «Анжерская» и «Судженская» в Кузбассе. Основными задачами при этом явились:

- оценка и прогноз геодинамической активности структурных элементов геологической среды по комплексу маркшейдерских, сейсмологических и полевых геофизических и гидрогеологических наблюдений;
- оценка и прогноз динамики изменения состояния подработанного горного массива;
- оценка и прогноз развития деформаций земной поверхности с учетом природных и техногенных факторов;
- оценка и прогноз развития гидродинамического режима подземных и грунтовых вод;
- оценка и прогноз возможности проявления техногенной сейсмичности в районе затапливаемых шахт и влияния процесса их затопления.

Указанные задачи были определены исходя из неоднозначности оценок геодинамического риска затопления угольных шахт. Выбор места заложения геодинамического полигона на полях двух смежных шахт «Анжерская» и «Судженская» продиктован:

- проявлением двух землетрясений на поле шахты «Анжерская» в начальной стадии ее затопления (25.10.97 г. и 30.10.97 г.);
- расположением на территории затапливаемых смежных шахт «Анжерская» и «Судженская» крупнейшего в Кузбассе разлома – Томского надвига, с обширной зоной сопутствующих нарушений;
- наибольшими (из всех ликвидируемых шахт Кузнецкого Бассейна) глубинами разработки шахт «Анжерская» и «Судженская» (до 800 м), максимальными объемами затапливаемого в них выработанного пространства (при выемке пластов образовано более 130 млн. м³ пустот) и самым продолжительным периодом техногенного воздействия на окружающую геологическую среду, производившихся на них горных работ (более 100 лет);
- ослабленное состояние барьерного целика, разделяющего шахтные поля, который с момента затопления шахты «Анжерская» стал испытывать дополнительное гидростатическое давление от напора затапливающей шахту воды (в настоящее время разность отметок затопления шахт составляет порядка 85 м).

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

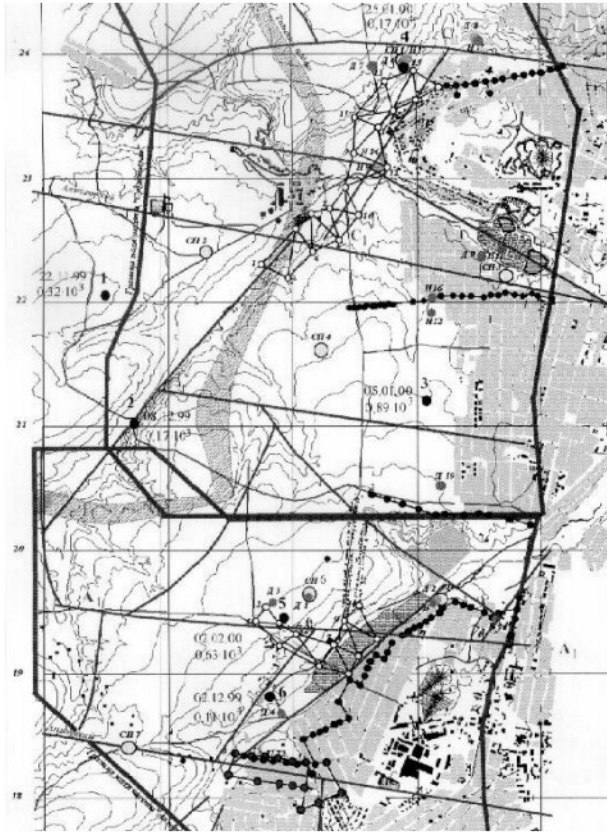


Рис. 3. Системы геофизического мониторинга в границах полигона. (Выполнено Кемеровским представительством ВНИМИ)

Условные обозначения к рис.3:

- границы шахтных полей
- △ сети микро-триангуляции
- сеть полигонометрии
- профильные линии
- динамически активные разломы
- жилая застройка
- сейсмическое событие, его интенсивность и дата наступления
- сейсмоприемники в скважинах
- скважины гидро-геологического мониторинга глубокие
- скважины гидро-геологического мониторинга в наносах

Для решения сформулированных задач на полигоне заложены системы деформационного, гидро-геологического, сейсмического и других видов геофизического мониторинга, позволяющие в комплексе изучать широкий спектр физических, геомеханических и гидрогеологических характеристик геологической среды и их эволюцию в процессе затопления (рис. 3). Для этих целей разработаны технологии создания постоянно действующих геодинамических и гидро-геомеханических моделей. Эти модели нашли также широкое применение при оценке возможности подтопления территорий, изменения гидрогеологического режима подземных и грунтовых вод при закрытии шахт и карьеров.

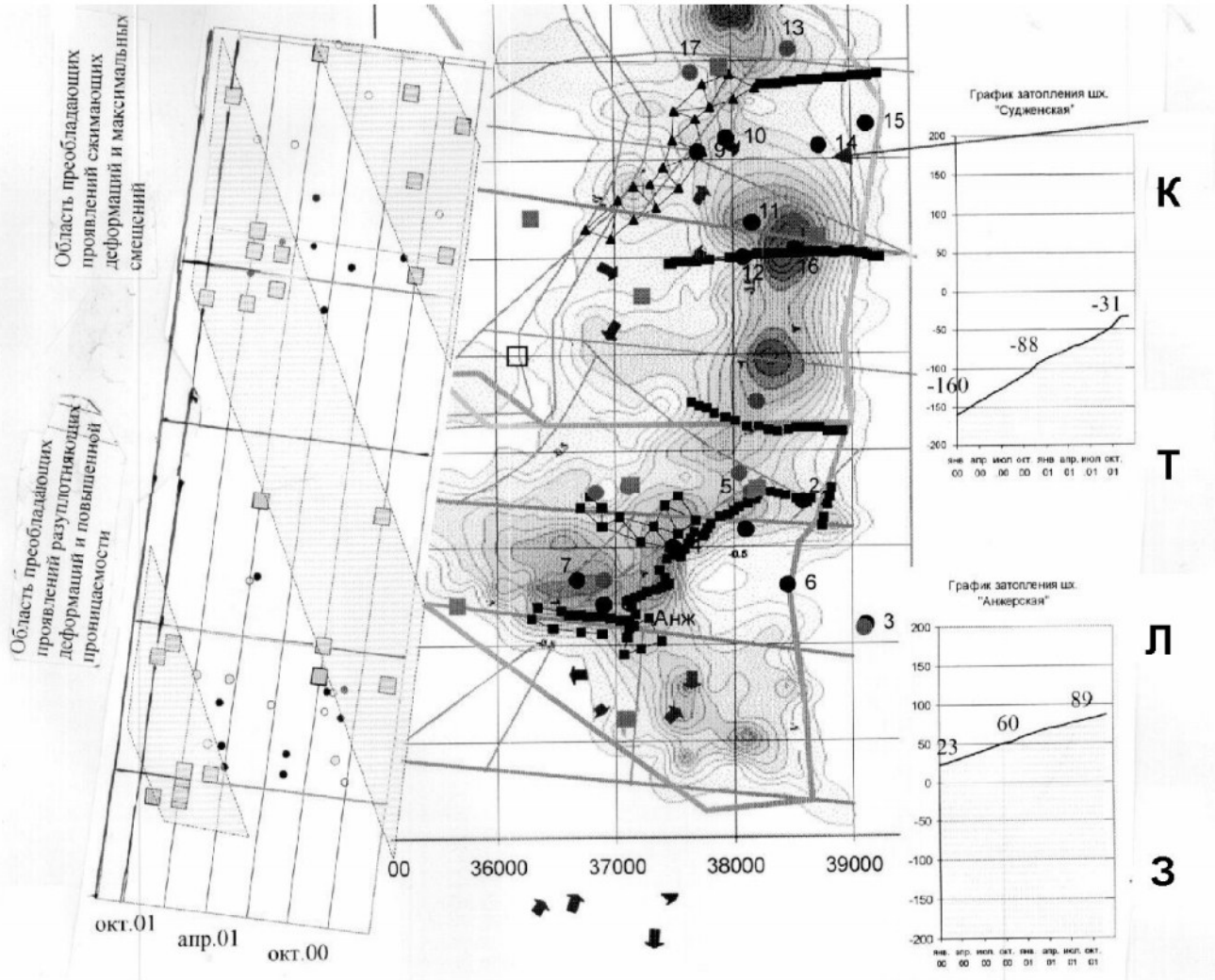


Рис. 4. Схема сетей геодезического мониторинга совмещенная с планом оседаний (Профили: К – Кайлинский; Т – Тяжинский; Л – Лебедянский; З – Заводской)

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

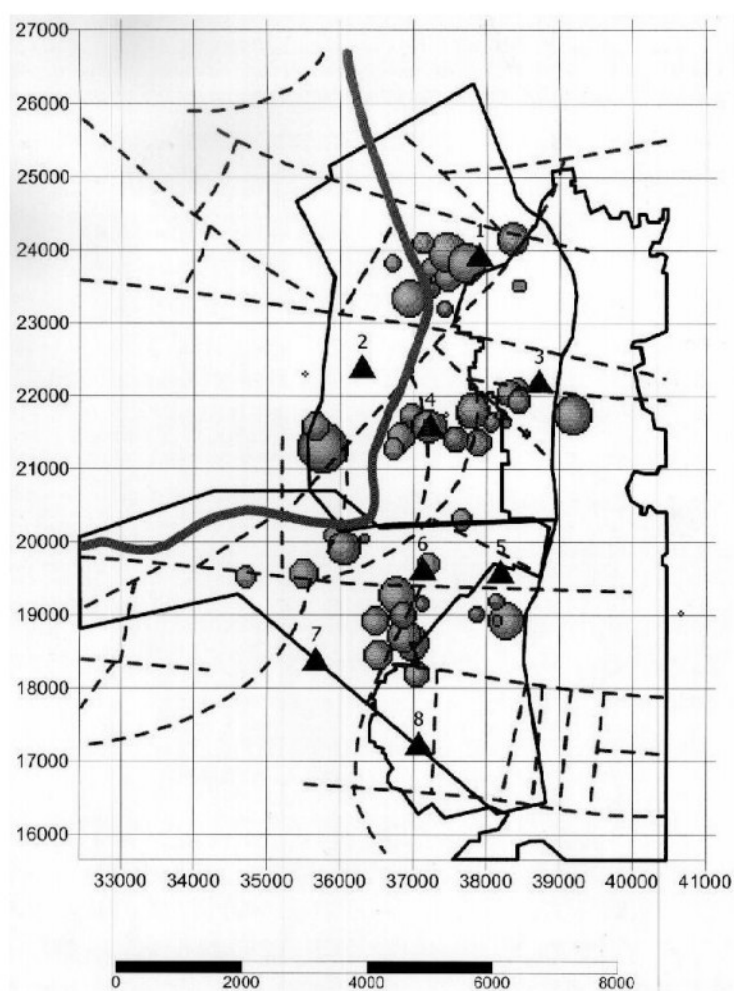


Рис. 5. Сейсмический полигон. Эпицентры сейсмических событий с 1999 по 2003 гг.

По данным деформационного мониторинга (проводившегося по маркшейдерско-геодезическим сетям и профильным линиям) установлено, что несмотря на более чем столетний период отработки угольных шахт «Анжерская» и «Судженская», земная поверхность в районе их затопления испытывает значительные смещения и деформации, в которых в

равной мере проявлены техногенные и геодинамические процессы. Движения и деформации земной поверхности носят, в основном, дискретный характер и достигают наибольших величин (до 50 мм/год) вблизи геодинамически активных разломов и крупных геологических нарушений (рис. 4).

На прифериальных участках мульды сдвижения и вне зоны подработки земной поверхности преобладают смещения и деформации геодинамической природы. На этих участках шахтных полей смещения ориентированы, в основном, вдоль геодинамически активных разломов либо в перпендикулярном к ним направлении. На поле шахты «Судженская» смещения указывают на раздвиговый характер деформирования земной поверхности в долине реки «Алчедат», где сохраняются максимальные темпы затопления шахты.

По данным сейсмического мониторинга установлена концентрация скопления очагов сейсмических событий (рис. 5) в районе замка Анжерской синклинали (южный и центральный участки территории мониторинга). Именно на данном участке ранее были отмечены землетрясения, проявившиеся после начала затопления шахты «Анжерская», на этом же участке при отработке пластов произошли 11 горных ударов и 5 внезапных выбросов. На других участках шахтных полей подобных явлений не наблюдалось. Это позволяет рассматривать указанный участок территории мониторинга как область повышенной геодинамической нагрузки на недра и отнести его к зоне возможного проявления более крупных сейсмических явлений.

Проведенный комплекс исследований на Анжеро-Судженском геодинамическом полигоне – это первый опыт системно-организованных наблюдений за поведением геологической среды при затоплении выработанного пространства закрываемых шахт. Полученные предварительные результаты являются уникальной геолого-маркшейдерской информацией, которой ранее практика горных работ не располагала.



СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ВЫСОТЫ В ШАХТУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА

В работе рассмотрены вопросы передачи высоты в шахту через вертикальные горные выработки. В результате анализа установлено: применение рекомендуемых «Инструкцией» [1] способов сопряжено с большими трудностями – большие недостатки и ограниченность использования длинных шахтных лент; острая нехватка длиномеров ДА2, в связи с прекращением их выпуска. Попытки использовать для этой цели лазерные и светодальномерные приборы положительных результатов не дали. В связи с этим возникла необходимость создания нового глубиномера с элементами электронной базы. В конце прошлого столетия такой прибор (глубиномер ИГ-1 с электронным счетным устройством) ВНИМИ был разработан и прошел приемочные испытания. Однако вопрос о производстве этих приборов до сих пор еще не решен, несмотря на то, что в солидном перечне современных маркшейдерских приборов глубиномеры отсутствуют. Поэтому проблема передачи высоты в шахты остается актуальной.

Предлагается простой методический способ передачи высоты с использованием шахтного подъемного оборудования, сущность которого заключается в определении величины перемещения подъемного сосуда от нулевой площадки до необходимого горизонта путем сравнения обозначенных метками участков подъемного каната с границами высотной базы, устраиваемой в копре.

Подготовительные работы.

1. На подшивной площадке, вблизи подъемного каната 1 (рис.1), устраивают базисный репер Rp_6 (полка балки, горизонтально натянутая нить и т.п.); в точках В и С – на земной поверхности и на нижнем горизонте – устанавливают нивелиры; на клетке 3 прикрепляют вертикально, нулем книзу, нивелирную рейку 2.

2. С помощью компарированной рулетки, опущенной с подшивной площадки, и нивелира, установленного в точке В, измеряют не менее трех раз вертикальное расстояние (величину базы) h_6 (до долей миллиметра); на подшивной и нулевой площадках измеряют температуру воздуха с округлением до градусов.

3. Визируют на рейку, установленную на репере Rp_n , и берут отсчет a_n ; визируют на рейку, установленную на репере Rp_w , и берут отсчет a_w . Используя высотные отметки верхнего и нижнего горизонтов ствола, отсчеты a_n , a_w и расстояние h_6 , вычисляют целое число участков подъемного каната n , укладываемых в расстояние между репером Rp_6 и горизонтом нивелира, установленного в точке С.

Передачу высоты (координаты Z) с земной поверхности в шахту производят дважды: при спуске и подъеме клетки – в следующем порядке.

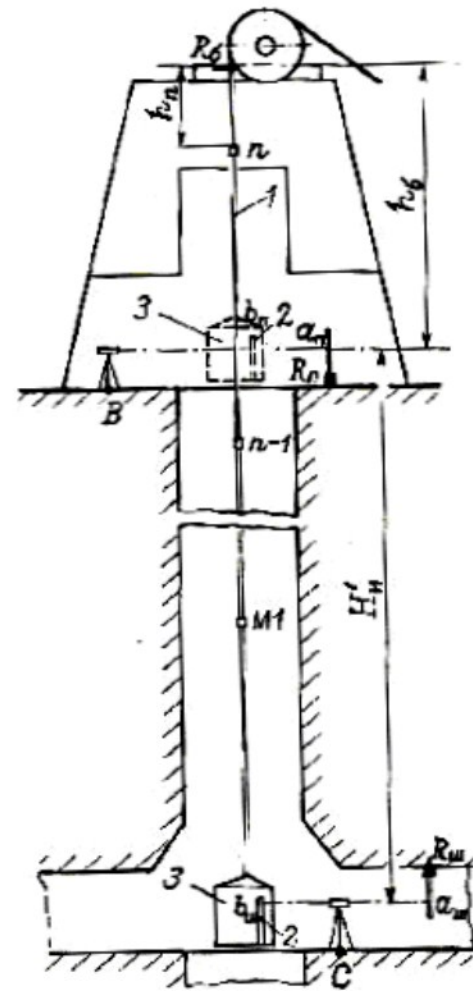


Рис. 1. Схема передачи высоты в шахту

Работы при спуске клетки.

1. Устанавливают клетку 3 на уровне визирного луча нивелира, установленного в точке В; на уровне репера Rp_6 узким лейкопластырем делают на канате 1 круговую метку $M1$ (в два оборота), одновременно по рейке 2 берут отсчет b_n .

2. Опуская клетку, останавливают её при достижении меткой $M1$ приблизительно уровня визирного луча указанного выше нивелира; на уровне репера Rp_6 делают на канате метку $M2$, одновременно на нулевой площадке визируют на линейку, приставленную «нулем» к верхней образующей метки $M1$, и берут по ней отсчет (домер) c_1 (до миллиметров). Домер c_1 записывают в журнал со знаком «минус», если метка i не дошла до горизонта нивелира, и со знаком «плюс» – если перешла.

3. Продолжая опускать клетку и останавливая её через интервал h_6 , последовательно делают очередную метку i на канате и берут очередной домер c_{i-1} до тех пор, пока не будут сделана последняя метка n и взят последний домер c_{n-1} . В этот момент к подъемному канату прикрепляют полотно рулетки так, чтобы её нулевой отсчет совпадал с горизонтом репера Rp_6 .

4. Клетку опускают до горизонта нивелира, уста-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

новленного в точке С, оставляя её в подвешенном состоянии; на горизонте репера R_{p6} по натянутой рулетке берут отсчет h_n , одновременно на нижнем горизонте по рейке 2 берут отсчет $b_{ш}$.

Работы при подъеме клетки.

1. Изменяют положение клетки по высоте (рейка 2 должна оставаться в пределах поля зрения трубы нивелира); на горизонте репера R_{p6} по рулетке берут отсчет h_n , одновременно на нижнем горизонте берут отсчет $b_{ш}$ по рейке 2; визируют на рейку, установленную на репере $R_{пш}$, и берут отсчет $a_{ш}$.

2. Поднимая клетку и останавливая её при последовательном достижении метками $n, n-1, n-2, \dots, M1$ приблизительно горизонта репера R_{p6} , линейкой измеряют соответствующие домеры $d_n, d_{n-1}, d_{n-2}, \dots, d_1$ (до миллиметров) от этих меток до горизонта репера R_{p6} и одновременно берут отсчеты $c_{n-1}, c_{n-2}, c_{n-3}, \dots, c_1$ по нивелиру, установленному в точке В, а также берут отсчет b_n по рейке 2. Правило знаков для домера d_i такое же, что и для домера c_i : если метка i расположена в пределах базовой зоны, то домер записывают со знаком "минус", если же она лежит вне базовой зоны, то – со знаком "плюс".

3. Визируют на рейку, установленную на репере $R_{пш}$, и берут отсчет a_n .

В начале и в конце работы по передаче высоты измеряют температуру воздуха на поверхности и на нижнем горизонте с округлением до градусов.

Измеренное превышение между горизонтами нивелиров $H_{изм}$ вычисляют по формулам:

при передаче высоты в период спуска клетки

$$H_{изм} = h_6(n-1) + h_n + \sum_{i=1}^{n-1} c_i + (b_{II} - b_{III}),$$

при передаче высоты в период подъема клетки

$$H_{изм} = h_6(n-1) + h'_n + \sum_{i=1}^{n-1} c'_i + \sum_{i=1}^n d_i + (b'_{II} - b'_{III}),$$

где: h_6 – измеренное базовое расстояние с введенными поправками за компарирование рулетки и разность температуры её при измерении и компарировании.

В измеренное превышение вводят поправку за разность температуры подъемного каната на земной поверхности и в шахтном стволе Δt_k , которую вычисляют по формуле

$$\Delta t_k = \alpha_k H_{изм} (t_{ср} - t_n), \quad t_{ср} = 0,5(t_n + t_{ш}),$$

где: α_k – коэффициент линейного расширения металла, из которого изготовлен канат (для углеродистой

стали $\alpha_k = 11,5 \cdot 10^{-6}$); t_n – температура воздуха и каната на земной поверхности; $t_{ш}$ – температура воздуха в стволе на нижнем горизонте.

Исправленное превышение между горизонтами нивелиров будет

$$H_{исп} = H_{изм} + \Delta t_k.$$

Если расхождение между двумя определениями превышения удовлетворяет требованиям «Инструкции...» [1], за результат принимают среднее арифметическое.

Предельная погрешность одного определения превышения $M_{Нисп}$ может быть определена по следующей формуле

$$M_{Нисп} = \sqrt{M_{h_6}^2 (n-1)^2 + M_{h_n}^2 + M_{дом}^2 (2n+1) + (H_{исп} \alpha_k \cdot M_{\Delta t_k})^2},$$

где: M_{h_6} и M_{h_n} , $M_{дом}$ и $M_{\Delta t_k}$ – предельные погрешности соответственно измерения высотной базы h_6 (0,8 мм) и величины h_n или h'_n (4 мм), определения домеров c, c, d и закрепления меток на канате (1,5 мм) и определения разности температуры каната (4^0).

Расчетная предельная погрешность определения превышения при глубине $H=500$ ($n=25$) и $H=1000$ м ($n=50$) составляет соответственно 32 и 63 мм, а расхождение между двумя определениями – 45 и 89 мм (допустимое расхождение – 110 и 210 мм).

Высоту шахтного репера $Z_{R_{пш}}$ находят из выражения

$$Z_{R_{пш}} = Z_{R_{пн}} - (H_{исп} + a_{шср} - a_{пср}),$$

где: $Z_{R_{пн}}$ – высота поверхностного репера $R_{пн}$, м; $a_{шср}$ и $a_{пср}$ – средние отсчеты по нивелирным рейкам, устанавливаемым соответственно на репер $R_{пш}$ и $R_{пн}$, м.

Изложенный способ передачи высоты был опробован в шахтных стволах глубиной 800 (расхождение с маркшейдерскими данными составило 85 мм), 600 (расхождение в сравнении с проекциометром ПМ11 – 70 мм) и 300 м (расхождение между двумя передачами: при спуске и подъеме клетки – 1 мм).

Литература

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ. – М.: Недра, 1987. – 239 с.

Е.Д. Платонов, канд. техн. наук, ВНИМИ

О МЕТОДИКЕ ПЕРЕВОДА МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В НОВУЮ ГОСУДАРСТВЕННУЮ СИСТЕМУ КООРДИНАТ СК-95



Е.Н. Кузнецова,
научный сотрудник
(ВНИМИ)

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. №568 для использования в геодезических и картографических работах на территории России, устанавливается новая единая государственная система геодезических координат 1995 г. (СК-95), начиная с 1 июля 2002 г.

Единая государственная система геодезических координат 1995 г. получена в результате переуравнивания Государственной геодезической сети (ГГС) с включением пунктов космической геодезической сети (КГС), доплеровской геодезической сети (ДГС) и астрономо-геодезической

сети (АГС), покрывающих всю территорию страны [1].

Положение пунктов ГГС в принятой системе задается следующими координатами [1,2], (см. рис.1):

- пространственными прямоугольными координатами в системе $OX_cY_cZ_c$, где ось вращения отсчетного эллипсоида совпадает с осью OZ_c , остальные оси системы координат лежат в его экваториальной плоскости, при этом плоскость начального (нулевого) меридиана совпадает с плоскостью OX_cZ_c этой системы, а ось OY_c дополняет систему до правой;
- геодезическими (эллипсоидальными) координатами: широтой B , долготой L , высотой H ;
- плоскими прямоугольными координатами x и y в проекции Гаусса-Крюгера.

В настоящее время предприятия горнодобывающей промышленности работают, как правило, в системе координат 1942 г. (СК-42), в которой геодезическая сеть, состоящая из отдельных блоков, не является однородным геодезическим построением.

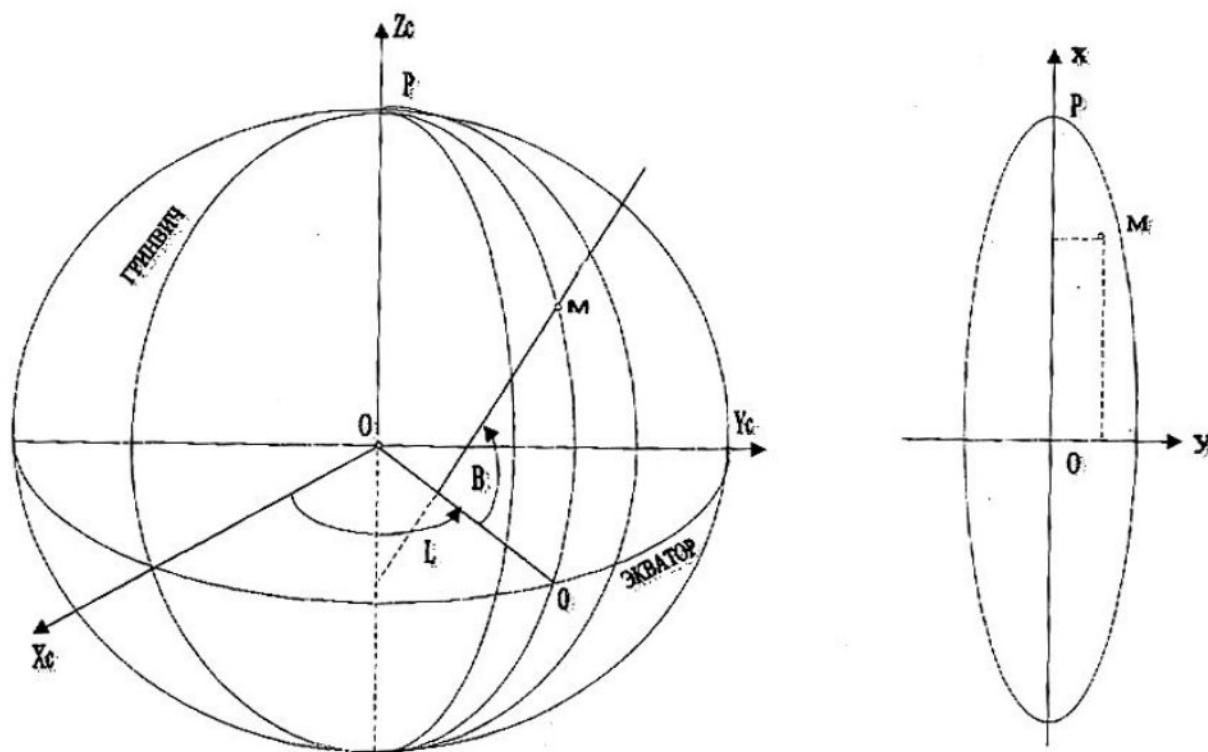


Рис. 1. Системы координат

Эти блоки имеют различный уровень систематических и случайных ошибок координат геодезических пунктов.

Результаты уравнивания ГГС в СК-95 [3] подтвердили наличие значительных деформаций ГГС в СК-42. При этом общие региональные деформации на севере и востоке достигают 20-30 м, а локальные деформации в пределах блоков в отдельных регионах превышают 10 м. В связи с этим переход от СК-42 к СК-95 следует выполнять по регионам.

Переход от системы 1942 г. к системе координат СК-95 включает:

- перевычисление координат пунктов геодезических сетей сгущения, маркшейдерских опорных и съемочных сетей в СК-95;
- перевод маркшейдерской горной графической документации в СК-95.

Решение задач перевычисления координат пунктов ГГС, опорных и съемочных маркшейдерских сетей может быть достигнуто одним из трех спосо-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

бов:

1. Переуравниванием ГСС и маркшейдерских сетей с опорой на пункты ГГС в системе 1995 г.

2. Перевычислением координат из СК-42 в СК-95 с использованием региональных параметров преобразования по опорным пунктам, координаты которых известны в обеих системах.

3. Интерполяцией поправок D_x , D_y с использованием соответствующих карт.

Для переуравнивания сетей сгущения необходимо иметь исходные материалы геодезических измерений, а также координаты исходных пунктов ГГС в системе СК-95. На предприятиях горнодобывающей промышленности эти материалы, как правило, отсутствуют, так как создание сетей сгущения выполнялось, обычно, специализированными сторонними организациями.

Цифровые карты поправок D_X , D_Y составлены для интерполяции на топографических картах масштабов 1:10000 и мельче, что не удовлетворяет всем требованиям маркшейдерского обеспечения горных работ.

Наиболее универсальным является метод ортогонального преобразования координат с использованием региональных параметров. Этот метод обеспечивает сохранение подобия изображения на маркшейдерских и топографических планах в обеих системах, а также требования к точности перевода, которые могут быть различными для маркшейдерских сетей и планов различного масштаба.

В зависимости от размеров участка, удаления его от осевого меридиана координатной зоны и требований к точности перевода координат пунктов из СК-42 в СК-95 ортогональное преобразование выполняют либо в пространственной прямоугольной геоцентрической системе $OX_cY_cZ_c$, либо в плоской прямоугольной системе Ox проекции Гаусса-Крюгера.

Последовательность решения задачи. Перевод координат пунктов из системы СК-42 в систему СК-95 с преобразованием координат в геоцентрической системе координат $OX_cY_cZ_c$ выполняют в следующей последовательности:

- преобразование координат опорных и определяемых точек из системы плоских прямоугольных координат Гаусса x_{42}, y_{42} в систему геодезических координат B_{42}, L_{42} ;
- вычисление геодезических высот H_{42} опорных пунктов с известными нормальными высотами H_{42}^N и аномалиями высот ξ_{42} в СК-42;
- преобразование координат точек из системы геодезических координат $(B, L, H)_{42}$ в систему геоцентрических координат $(X_c, Y_c, Z_c)_{42}$;
- преобразование координат опорных точек из системы плоских прямоугольных координат Гаусса x_{95}, y_{95} в систему геодезических координат B_{95}, L_{95} ;
- вычисление геодезических высот H_{95} опорных пунктов с известными нормальными высотами H_{95}^N и аномалиями высот ξ_{95} в СК-95;
- преобразование координат опорных точек из

системы геодезических координат $(B, L, H)_{95}$ в систему геоцентрических координат $(X_c, Y_c, Z_c)_{95}$;

- определение региональных параметров преобразования: $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \omega, k, t$;
- перевычисление координат определяемых пунктов из СК-42 $(X_c, Y_c, Z_c)_{42}$ в СК-95 $(X_c, Y_c, Z_c)_{95}$ в геоцентрической системе, используя региональные параметры преобразования координат;
- преобразование координат определяемых пунктов из геоцентрической системы $(X_c, Y_c, Z_c)_{95}$ в геодезическую систему $(B, L)_{95}$;
- преобразование координат пунктов из системы геодезических координат $(B, L)_{95}$ в систему плоских прямоугольных координат Гаусса x_{95}, y_{95} .

Вычисление геодезических координат B, L по их плоским прямоугольным координатам x, y на плоскости проекций Гаусса-Крюгера. Геодезические координаты B, L вычисляются по известным [4] формулам:

$$(L - L_0)'' = \frac{y}{N_1 \cos B_1} \rho'' \left[1 - \frac{y^2}{6N_1^2} (1 + 2t^2 + \eta_1^2) + \frac{y^4}{120N_1^4} (5 + 28t_1^2 + 24t_1^4 + 6\eta_1^2 + 8\eta_1^2 t_1^2) \right]. \quad (1)$$

$$B = B_1 - \frac{y}{2M_1 N_1} t_1 \rho'' \left[1 - \frac{y^2}{12N_1^2} (5 + 3t_1^2 + \eta_1^2 - 9\eta_1^2 t_1^2) + \frac{y^4}{360N_1^4} (61 + 90t_1^2 + 45t_1^4) \right],$$

$$(B_1)''_0 = \frac{x'' \cdot \rho}{A \cdot a (1 - e^2)}. \quad (2)$$

$$A = 1 + \frac{3}{4} e^2 + \frac{45}{64} e^4 + \frac{175}{256} e^6 + \frac{11025}{16384} e^8 + \frac{43659}{65536} e^{10}. \quad (3)$$

N_1 - радиус кривизны сечения первого вертикала

$$N_1 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_1}}, \quad (4)$$

$$t_1 = \operatorname{tg} B_1. \quad (5)$$

M_1 - радиус кривизны меридианного сечения

$$M_1 = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 B_1)^{3/2}}, \quad (6)$$

$$\eta_1^2 = e'^2 \cdot \cos^2 B_1. \quad (7)$$

В выражениях 1-7 приняты следующие обозначения:

x, y – координаты опорных точек в системе Гаусса; B - широта основания изображения плоской прямоугольной ординаты y на поверхности эллипсоида

да (см.рис.1); L – искомая долгота; L_0 – долгота осевого меридиана; B_1 – искомая широта основания изображения плоской прямоугольной ординаты y на поверхности эллипсоида (см.рис.1); a – большая полуось эллипсоида; e – первый эксцентриситет меридианного эллипса; e' – второй эксцентриситет меридианного эллипса.

Вычисление геоцентрических координат X_c, Y_c, Z_c точек по их геодезическим координатам B, L, H . Координаты X_c, Y_c, Z_c вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} X_c &= (N_1 + H) \cdot \cos B \cdot \cos L, \\ Y_c &= (N_1 + H) \cdot \cos B \cdot \sin L, \\ Z_c &= [N_1 \cdot (1 - e^2) + Z] \cdot \sin B, \end{aligned} \quad (8)$$

где: e – первый эксцентриситет меридианного эллипса; H – нормальная высота точки; N_1 – радиус кривизны сечения первого вертикала находится по формуле (4).

Вычисление геоцентрических координат точек в СК-95. Геоцентрические координаты X_{95}, Y_{95}, Z_{95} точек в системе СК-95 вычисляются по формуле:

$$\begin{pmatrix} X'_{95} \\ Y'_{95} \\ Z'_{95} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + (1 + t) \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta X_{42} \\ \Delta Y_{42} \\ \Delta Z_{42} \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где: $\Delta X_{42}, \Delta Y_{42}, \Delta Z_{42}$ – приращения координат опорных точек относительно центра тяжести в системе СК-42;

a, b, c – направляющие косинусы, вычисляемые по формулам:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \cos \alpha \cos \kappa - \sin \alpha \sin \omega \sin \kappa; \\ a_2 &= -\cos \alpha \sin \kappa - \sin \alpha \sin \omega \cos \kappa; \\ a_3 &= -\sin \alpha \cos \omega; \\ b_1 &= \cos \omega \sin \kappa; \\ b_2 &= \cos \omega \cos \kappa; \\ b_3 &= -\sin \omega; \\ c_1 &= \sin \alpha \cos \kappa + \cos \alpha \sin \omega \sin \kappa; \\ c_2 &= -\sin \alpha \sin \kappa + \cos \alpha \sin \omega \cos \kappa; \\ c_3 &= \cos \alpha \cos \omega. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Параметры преобразования $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \omega, \kappa, t$ находятся из решения системы уравнений поправок, составленных для координат опорных точек

$$A \delta + W = V, \quad (11)$$

где: A – матрица коэффициентов системы уравнений, элементами которой являются частные производные выражений (9) по соответствующим аргументам; δ – вектор неизвестных параметров ортогонального преобразования; W – вектор свободных членов, элементы которого представляют собой разности координат опорных точек в системах СК-42 и СК-95.

При избыточном количестве измерений система уравнений (11) решается под условием наименьших квадратов

$$\delta = -(A^T A)^{-1} A^T W. \quad (12)$$

Вычисление геодезических координат B, L точек по их геоцентрическим координатам X_c, Y_c, Z_c . Широта B вычисляется методом последовательных приближений по известной [4] формуле:

$$B_n = \arctg \left[\frac{Z_c}{S} \cdot (1 - \beta_0 \cdot \gamma_{n-1})^{-1} \right], \quad (13)$$

где неизвестные величины вычисляем следующим образом:

$$S = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}, \quad (14)$$

$$\beta_0 = \frac{e^2 \cdot a}{S}, \quad (15)$$

$$\gamma_{n-1} = \frac{\cos B_{n-1}}{\varpi_{n-1}}, \quad (16)$$

$$\varpi_{n-1} = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_{n-1}}, \quad (17)$$

$$B_1 = \arctg \frac{Z_c}{S}. \quad (18)$$

Вычисления заканчиваются при соблюдении неравенства:

$$|B_n - B_{n-1}| < 0,000001. \quad (19)$$

Долгота L вычисляется по формуле:

$$L = \arctg \left(\frac{Y_c}{X_c} \right). \quad (20)$$

Вычисление плоских прямоугольных координат x, y по их геодезическим координатам B, L . Вычисление плоских прямоугольных координат точек по их геодезическим координатам выполняют по известным [4] формулам:

$$\begin{aligned} (x - X) &= \frac{N}{2\rho''^2} \sin B \cos B l''^2 + \frac{N}{24\rho''^4} \sin B \cos^2 B (5 - t^2 + \\ &+ 9\eta^2 - 4\eta^4) l''^4 + \frac{N}{720\rho''^6} \sin B \cos^5 B (61 - 58t^2 + t^4) l''^6, \\ y &= \frac{N}{\rho''} \cos B l'' + \frac{N}{6\rho''^3} \cos^3 B (1 - t^2 + \eta^2) l''^3 + \\ &+ \frac{N}{120\rho''^5} \cos^5 B (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2 \eta^2) l''^5, \end{aligned} \quad (21)$$

где: X – дуга меридиана от экватора до параллели, равная абсциссе x в системе координат Гаусса для точки с широтой B .

Остальные обозначения приведены ранее, при описании формулы (1).

Оценка точности перевода координат в систему СК-95. Для оценки точности перевода координат точек из системы СК-42 в СК-95 вычисляют среднее квадратическое отклонение единицы веса μ и стандарты σ погрешностей параметров преобразования по формулам:

$$\mu = \sqrt{\frac{[vv]}{3n - 7}}, \quad (22)$$

$$\sigma = \mu \sqrt{\frac{1}{p}}, \quad (23)$$

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

где: n – количество опорных точек; v – значения поправок в системе уравнений (11); $1/p$ – обратные веса неизвестных параметров преобразования, полученные как диагональные элементы обратной матрицы коэффициентов нормальных уравнений поправок.

Стандарты погрешностей σ_x , σ_y находятся как погрешности функций (9) от региональных параметров.

Перевод в СК-95 маркшейдерской горной графической документации, представленной в цифровом виде и на жестких носителях. Перевод векторных и растровых цифровых маркшейдерских планов из СК-42 в СК-95 включает перевычисление координат узлов координатной сетки из СК-42 в СК-95 и ортогональное преобразование содержания плана из СК-42 в систему координат СК-95 на плоскости проекции Гаусса.

Перевычисление координат узлов координатной сетки из СК-42 в СК-95 выполняется по опорным пунктам методом ортогонального преобразования в пространственной геоцентрической системе координат $Ox_cY_cZ_c$ с использованием региональных параметров преобразования.

Цифровое изображение трансформируют методом ортогонального преобразования на плоскости по формулам:

$$x_{95} = x_0 + t[\Delta x_{42} \cos \theta + \Delta y_{42} \sin \theta], \quad (24)$$

$$y_{95} = y_0 - t[-\Delta x_{42} \sin \theta + \Delta y_{42} \cos \theta],$$

где: Δx_{42} , Δy_{42} – приращения координат точек относительно центра тяжести в системе СК-42.

В выражениях (24) параметры преобразования

x_0 , y_0 , θ , t находятся из решения системы уравнений поправок, составленных для координат трансформационных точек, в качестве которых используют изображения узлов координатной сетки.

Перевод маркшейдерских планов, представленных на жестких носителях из СК-42 в СК-95 заключается в нанесении на “старые” планы новой координатной сетки. Для этого узлы координатной сетки в системе СК-95 наносят на маркшейдерские планы, составленные в системе СК-42, по координатам, полученным методом ортогонального преобразования с использованием региональных параметров.

Для реализации способов перевода маркшейдерской документации в СК-95 в институте ВНИМИ разработано программное обеспечение для ПЭВМ, совместимых с IBM PC.

Литература

1. Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95). Справочный документ.- М.:ЦНИИГАиК.2000. – 33 с.
2. Юркин М.И., Серебряков Л.И. Действующие системы координат в России. // Геодезия и аэрофото-съемка. №3. - М.2001- С 40-52.
3. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В. Система координат СК-95 и пути дальнейшего развития государственной геодезической сети. // Доклад на VII Всероссийской учебно-практической конференции «Проблемы ввода и обновления данных». – М. 2002.- С 16-22.
4. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. – М.Недра.: 1976. – 505 с.

СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ И АНАЛОГОВЫХ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОСТа Р «ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ»

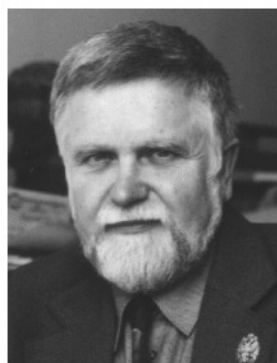
Система условных знаков, отражающая специфические особенности недропользования, была разработана в семидесятых годах прошлого века институтом ВНИМИ.

Со времени разработки системы стандартов “Горная графическая документация” (ГГД) в практику камеральных работ вошли компьютерные технологии формирования исходной и производной горно-графической документации.

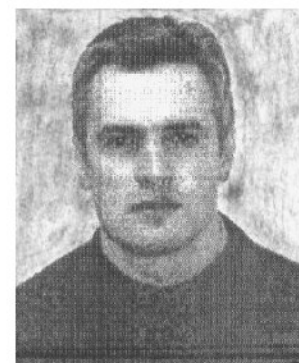
Перед инженерной службой горнодобывающих предприятий встали новые задачи, связанные с картографированием результатов маркшейдерско-геологического мониторинга состояния недр, обеспечением промышленной и экологической безопасности



Д.С. Михалевич,
д-р техн. наук, зав. лабораторией (ВНИМИ)



А.Л. Панфилов,
канд. г.-м наук, зав. лабораторией (ВНИМИ)



И.П. Иванов,
канд. техн. наук (ВНИМИ)

при недропользовании, разбраковкой запасов по степени технологичности и рентабельности добычи, достоверности оценок горно-геологических условий ведения горных работ, разработкой подходов к объемному горно-геологическому картированию. Дейст-

вующий ГОСТ “Горная графическая документация” не содержит соответствующих групп символов и регламентаций.

Компьютерное представление условных знаков обеспечивает и влечет за собой переход на прогрессивную технологию ведения горно-графической документации. В соответствии с требованиями внесение в стандарт существенных изменений является основанием для разработки новой системы стандартов “Горная графическая документация”. При разработке новой системы стандартов будут учтены: теоретические основы формализации системы условных знаков для ГГД; использование компьютерных технологий в качестве инструмента; общие требования государственной системы стандартов РФ; опыт цифровой маркшейдерской, топографической и геологической картографии в России и за рубежом; практики использования ГОСТ 2.850-75- ГОСТ 2.857- 75 “Горная графическая документация” стандартов ISO и сопряженной системы научно-технической документации.

Теоретические основы формализации системы условных знаков для ГГД. При проектировании любого документа горной графической документации (ГГД), наряду с определением характера и объема его содержания в условиях автоматизированной компьютерной технологии, содержание документа отображается в картографических условных знаках, ориентированных как на чтение (распознавание) их человеком, так и машиной.

Под системой картографических условных знаков обычно понимают совокупность знаков, имеющих общий принцип, правила построения и использования для отображения на ГГД объектов и явлений действительности. Построение системы знаков для отображения содержания ГГД определяется в действующем ГОСТе назначением, темой и масштабом документов. Современные стандарты ISO для реализации систем знаков для ГГД придерживаются определенных теоретических канонов. Разрабатывая систему знаков, обеспечивающих отображение проектируемого содержания в формализованном виде, учитываются все аспекты семиотики (синтаксический, семантический, прагматический), стремятся добиться наглядного, выразительного, экономного изображения, хорошо воспринимаемого потребителем документа, в виде знаковой модели.

Синтаксическая сторона знаковой системы характеризует отношение между знаками при их функционировании на ГГД безотносительно к передаваемому ими содержанию. Синтактика обеспечивает адекватность в отображении явления с заданной степенью геометрического и топологического подобия. Показателем синтактики системы условных знаков является общее число знаков и возможных их комбинаций для передачи изображаемой тематики на ГГД. С позиции синтактики основные правила проектирования системы знаков заключаются в следующем;

- выбор оптимального числа знаков;
- применение унифицированной (стандартизированной) системы пространственно-структурных

и размерных параметров знаков, обеспечивающих хорошую различимость типовых топологических структур;

- выбор знаков простых по начертанию, обеспечивающих их четкую локализацию на ГГД с использованием основных правил геометрии их построения; построение знаков на основе оптимального числа типовых конструктивных элементов, передающих иерархию объектов (род, вид, класс);
- возможность передачи посредством знаковой системы ассоциативных пространственных связей с целью адекватного отображения пространственных структур объектов на основе использования типовых топологических структур;
- построение знаков с учетом возможностей их функционирования на ГГД в близости от других при их различных сочетаниях.

Семантическая сторона знаковой системы устанавливает отношение знаков к обозначаемым объектам. Семантика обеспечивает полноту и строгость отображения объектов, их содержательных признаков и количественных показателей на ГГД. Согласно требованиям семантики, необходимо учитывать следующие правила (принципы) построения условных знаков для ГГД:

- отображать знаками максимальное число сведений об объектах, передавать свойства объектов, связи и отношения между ними, отвечающие назначению ГГД;
- отображать иерархическую структуру отображаемого объекта, используя графические средства;
- обеспечить однозначное соответствие графического изображения смысловому содержанию отображаемого объекта, соблюдая основные принципы семантического кодирования;
- предусмотреть в системе знаков возможности отображения ассоциативных содержательных связей между объектами путем использования логики построения.

Знаки должны подразделяться по семантической общности, передаваемой через графическую общность, заключающуюся в единстве графического решения.

Прагматическая (практическая) сторона знаковой системы рассматривает отношение знаков к потребителю. Прагматика обеспечивает наглядность и простоту чтения распознанного (декодированного) явления, отображаемого на ГГД. Показателем прагматики системы знаков является уровень визуальной, а по возможности машинной коммуникабельности знаков и все системы в целом. К этой категории относится обычно и понятие «информативная емкость» знаковой системы.

С позиции прагматики основными правилами построения системы условных знаков являются следующие:

- использование основных законов и закономерностей зрительного восприятия документа

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

(плана) для построения условных знаков с целью их быстрого, легкого восприятия и декодирования;

- учет закономерностей теории распознавания образов для построения условных знаков, легко считываемых автоматическими системами;
- использование основных принципов дидактики и промышленного дизайна с целью обеспечения высокой наглядности и эстетики знаков;
- применение основных принципов построения знаков и всей системы в целом, обеспечивающих их высокую информативность;
- учет традиции и привычных ассоциаций между знаками и обозначаемыми ими объектами и явлениями.

Для правильного отображения взаимного расположения объектов в заданном масштабе должны быть предусмотрены условные знаки, отображающие объекты с локализацией в точке, на линии и на площади. В качестве конструктивных элементов принимаются простейшие типовые графические элементы, из которых конструируются условные знаки для ГГД. Обычно выделяют следующие конструктивные элементы: точку, штрих (линию), плоскую (фоновую) форму, цвет, текстуру, ориентировку конструктивных элементов в знаке, пробел. Эти конструктивные элементы характеризуются определенными параметрами.

Основываясь на сформулированных подходах будет проанализирована и откорректирована система цифровых и аналоговых условных знаков, отражающая специфические особенности современного недропользования в виде новых стандартов, а при их описании заменены ссылки на уже не существующие ГОСТы.

Использование компьютерных технологий.

Разработка проекта ГОСТов Р ГГД с использованием компьютера даст возможность изготовить: электронное издание ГОСТов в цвете на цифровых носителях в векторном формате, на бумажных носителях в цветном книжном представлении, в виде фотоформ с расчленением по цветам для типографского тиражирования. В арсенале компьютерных технологий имеются все перечисленные выше конструктивные элементы для построения условных знаков в векторном формате. Выбор программных продуктов будет основан на сочетании графических пакетов с текстовыми, исключая трансляцию. Для факсимильности отображения не изменившихся знаков в новом ГОСТе будет использована векторная обработка растрового сканирования тиражных оттисков отдельных страниц старого ГОСТа. Особое внимание будет уделено конструктивному элементу «цвет» и шрифтам. Базовая таблица цветов ГОСТа традиционна для горнодобывающей промышленности и ее необходимо факсимильно сохранить, для чего предполагается применить технологию расчленения цветных оригиналов на триаду цветов из которых они составлены с одновременным фиксированием координат цвета. Последние станут качественной и количественной мерами фиксации цвета в цветных условных знаках нового ГОСТ-

Та. Нанесение цветной информации на ГГД будет автоматически унифицировано заданными в ГОСТе координатами цвета. Координаты цвета заменят в старом ГОСТе многостраничные рекомендации по воспроизведению образцов шаблонов цветов с помощью разведения водой анилиновых и других красителей, которые уже не выпускаются промышленностью.

Координаты цвета будут иметь большое значение для расширения цветового охвата при отображении разрабатываемых новых условных знаков в новом ГОСТе. Они позволят улучшить читаемость знаков за счет выбора наиболее контрастных цветов из ранее не использованных на арене цветового охвата системы координат цвета.

Разработка шрифтов в ГОСТе Р связана с заменой ранее использованных шрифтов (ГОСТ 2.304-68), воспроизводимых на ГГД деколями и вручную на компьютерные шрифты, близкие по начертанию ранее применяемым.

Законодательное и методическое обеспечение ГОСТа Р. В новом стандарте будут установлены виды и комплектность горно-графических документов (маркшейдерско-геологических и эксплуатационно-технологических) всех отраслей горнодобывающей промышленности, впервые включая нефтегазодобывающую промышленность.

В новом ГОСТе Р будет узаконена исходная и производная цифровая и электронная ГГД, установлены общие требования к содержанию и точности данных в составе цифровой ГГД, а также к программному и информационному обеспечению, используемому в процессе их создания, применения в геоинформационных системах и обновления. Крупномасштабные номенклатурные листы цифровых топографических карт и планов на территорию горного предприятия, цифровые маркшейдерские планы будут регламентированы при изготовлении и использовании их: новой терминологией (ГОСТ 28441-90.Картография цифровая. Термины и определения), методическими указаниями по изготовлению цифровой ГГД, системами библиотек векторных условных знаков, системой классификации и кодирования цифровой картографической информации (ОСТ 68-3.2-98), кодификаторами для разных масштабов маркшейдерских планов, правилами цифрового описания картографической информации (ОСТ 68-3.3-98), обменными форматами цифровых маркшейдерских планов и топографических карт, формами представления цифровых планов и карт.

При создании, обновлении и хранении цифровой ГГД, как правило, должна применяться векторная форма представления и лишь в некоторых случаях растровая. Правила составления маркшейдерско-геологических чертежей (ГОСТ 2.851-75) измениться путем применения автоматизированных компьютерных технологий генерации из БД (по результатам маркшейдерских и геологических съемок) исходных и производных маркшейдерских планов, плоских и объемных моделей в формате 2Д и 3Д: видов, разрезов, сечений, поверхности рудных тел, самих рудных тел и т.д.

Условные обозначения маркшейдерско-геологического содержания в ГОСТе Р ГГД. Модификация условных обозначений связана с отражением специфических особенностей горнопромышленной ситуации на современном уровне; расширением условий освоения месторождений и прежде всего нефтегазовых; адаптацией для компьютерного воспроизведения с минимумом интерактивного вмешательства.

Среди систем условных знаков геологические обозначения занимают особое положение, так как в научно-технической сфере геология обладает наиболее развитым и сложным образным языком. Общее число условных знаков используемых при геологическом картировании превышает 1500 символов. В ГОСТ 2.850-75 - ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация» условные знаки геологического содержания составляют 77%, на долю горно-маркшейдерских обозначений приходится менее четверти общего количества символов.

Система условных знаков, отражающая специфические особенности горнопромышленной геологии, была разработана в 60-х годах прошлого века институтом ВНИМИ. Для условий освоения месторождений отдельных видов минерального сырья условные знаки приводились в частных руководствах и других документах. С 1980 г. были введены унифицированные обозначения горной графической документации обязательные для всех отраслей горнодобывающей промышленности, ведущих разработку месторождений твердых полезных ископаемых. Система стандартов «Горная графическая документация» не была в должной мере увязана с принятыми в то время при разведке и доразведке месторождений полезных ископаемых условными знаками геологической графической документации.

Условные обозначения соответствуют единицам картирования и являются аналогами отдельных слов (понятий) естественного языка, обеспечивают пространственную привязку объектов геологического картирования и характеристику их свойств. Выборки систем условных знаков образуют легенду геологического графического документа и представляются своеобразным концентрированным «пиктографическим» текстом, определяющим специализацию чертежа и детальность отображения.

Средства отображения геологической картографии подразделяются на фоновые, линейные, геометрические и буквенно-цифровые. Посредством сочетаний этих обозначений формируются табличные и диаграммные знаки. Для модификации условных обозначений используют следующие графические переменные: цвет (включая оттенки и интенсивность цвета), форма, размер, ориентация, встроенный рисунок (текстура) знака. Условные обозначения имеют главное и дополнительное (детализационное/идентификационное) значения.

Фоновые средства различаются по цвету, штриховке, крапу и применяются для изображения объектов и характеристик, распространенных на значи-

тельной площади. Цветом указываются главные объекты и характеристики геологической среды. Ступенчатая цветовая гамма может иметь возрастную, вещественную и генетическую нагрузку. Конкретный вид нагрузки определяется специализацией чертежа. Штриховка и крап используются на многоцветных картах как дополнительные средства, а на черно-белых документах как основные фоновые средства. Штриховка и крап увеличивают детальность и выразительность изображения, позволяют отобразить ориентировку элементов геологической среды, а также геологические тела способом «на просвет», что особенно важно при построении панельных разрезов (Бурдэ А.И., Бадалова Г.К. Картографические средства и элементы зарубежных геологических карт. Общая и региональная геология, геологическое картирование. –М.: Обзор ВИЭМС, 1989, с.47) и объемном картографировании. Фоновые средства могут быть использованы также и при картографировании областей распространения геологических объектов и характеристик, не имеющих четко выраженных границ (ареалов).

Линейные обозначения в геологии применяют при картографировании сечений структурообразующих поверхностей, изолиний. Линейные знаки могут быть сплошными, пунктирными, точечными, различной цветности, толщины и конфигурации. Технически минимально допустимые размеры изображений на геологических чертежах составляют по длине (ширине) 2 мм, по площади 4 мм². Значимые элементы геологической среды, не выражающиеся в масштабе чертежа, изображаются конформными внемасштабными контурами минимальных размеров.

Геометрические средства геологической картографии используются для отображения координированных объектов. Геометрические знаки состоят из следующих групп: знаки условий залегания; знаки горных выработок, скважин, обнажений и т.д.; точки отбора проб; знаки полезных ископаемых и проч.

Буквенно-цифровые знаки отображают возраст (основа – латинский шрифт) и состав геологических тел (основа – греческий шрифт). При этом цифры, уточняя и дополняя их фоновое обозначение, указывают на дробность деления информации, а также используются для метрических, порядковых и качественных характеристик объектов картирования.

При построении системы условных обозначений геологической информации в соответствии с ГОСТ Р 50836-95 должны выполняться следующие требования:

- одинаковые объекты и их характеристики (признаки, свойства) изображаются одинаковыми условными обозначениями;
- условные обозначения, установленные данным стандартом не должны иметь других значений;
- для любых объектов и их характеристик не определенных стандартом ГОСТ Р 50836-95 должны быть выбраны новые условные обозначения, регламентированные ведомственными руководящими документами.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В соответствии с Законом РФ «О недрах» в редакции от 03.03.95 г., с последующими изменениями и дополнениями, разведка месторождений полезных ископаемых отнесена к сфере материального производства и выполняется исключительно в пределах горных отводов по единой лицензии на разведку и разработку месторождений. При этом на стадии разведки (доразведки) для составления геологической графической документации масштаба 1:25000 и мельче используют условные знаки по ГОСТ Р 50836-95. Данная система условных знаков увязана с международным стандартом серии ИСО 710 и приведена в Инструкции по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты РФ масштаба 1:200000. –М.: Роскомнедра, 1995, –244 с. Следует отметить, что рабочая геологическая графика при картировании в отчетном масштабе 1:25000 составляется в масштабе 1:10000, т.е. в масштабе обзорной и сводной графической документации горных отводов. Геологическая графическая документация горного отвода, полученная на различных этапах и стадиях геологоразведочных работ должна выполняться на основе единых требований и унифицированных условных обозначений, что обеспечивает взаимоувязанность и однозначное понимание геологической документации.

Со времени разработки системы стандартов «Горная графическая документация» в практику ка-

меральных работ вошли компьютерные технологии формирования чистовых геологических чертежей, перед геологической службой горнодобывающих предприятий встали новые задачи, связанные с картографированием результатов мониторинга состояния недр, обеспечением промышленной и экологической безопасности при недропользовании, разбраковкой запасов по степени технологичности и рентабельности добычи, достоверности оценок горно-геологических условий ведения горных работ, разработкой подходов к объемному горно-геологическому картированию. Действующий ГОСТ «Горная графическая документация» не содержит соответствующих групп символов.

Компьютерное представление маркшейдерско-геологических условных знаков обеспечивает и влечет за собой переход на прогрессивную технологию ведения горно-графической документации. В соответствии с требованиями ГОСТ 1.2-92 (Государственная система стандартизации РФ. Порядок разработки государственных стандартов) внесение в стандарт существенных изменений является основанием для разработки новой системы стандартов «Горная графическая документация». В ходе разработки будет решена задача максимальной унификации средств изображения на основе теоретических принципов построения маркшейдерско-геологических условных обозначений.

А.Н. Шабаров, В.А. Киселев, Ю.Г. Кобылянский, Н.В. Гусева, А.Г. Стороженко

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ЗОН ТРАСС ТРУБОПРОВОДОВ (ВНИМИ)

Аварийность трубопроводов является одной из самых серьезных экономических и экологических проблем газодобывающей отрасли. Анализ, произошедших аварий показывает крайнюю неравномерность их распределения по трассам трубопроводов. Многолетние исследования подтверждают, что большая их часть приурочена к геодинамически активным разломам. Данные разломы, сопровождаются локальными аномалиями современных движений, и доступны для интенсивной фильтрации ювенильных, в том числе, потенциально агрессивных вод и газов. Следовательно, выявление активных тектонических разломов по трассам трубопроводов позволит устанавливать их потенциально опасные по аварийности участки. А определение опасных зон не по деформациям трубопровода и происшедшим авариям, а по геодинамическим признакам является эффективным подходом зонирования территории на стадии проектирования трассы трубопровода.

Работы по выделению геодинамически опасных зон для проектируемых и для эксплуатируемых трубопроводов проводятся в следующей последовательности [1]:

1. Комплексное выявление блочной структуры

территории и разломов, выходящих на земную поверхность, на основе дешифрирования космических и аэрофотоснимков и морфоструктурного анализа картографического материала.

2. Разработка модели блочной структуры массива как основы для методического обеспечения основных этапов геодинамического районирования.

3. Выделение активных разломов.

4. Детальные исследования в зонах активных разломов с привлечением комплекса инструментальных наблюдений и максимальным использованием геологических, гидрогеологических, геоморфологических, сейсмотектонических и других геодинамических материалов. Классификация активных разломов по степени их активности.

5. Выделение потенциально геодинамически опасных зон по совокупности факторов, с последующей их классификацией.

6. Оценка степени опасности зон риска на основе результатов инструментальных наблюдений.

7. Конечным результатом является составление карт с выделенными зонами риска и указанием степени их опасности.

Представленный выше порядок отражает сложность процесса, предполагающего обработку большого объема разнотипных данных. Очевидно, что решение данной задачи методами ручной обработки не является эффективным и требует использования компьютерных методов. Разработанные в последние годы компьютерные методы анализа, в первую очередь, геоинформационные (ГИС) технологии, позволяют автоматизировать процесс выявления и повысить точность локализации геодинамически опасных участков на трассах трубопроводов.

В качестве примера по использованию ГИС-технологии для выявления геодинамически опасных зон может служить Краснотурьинский район северного Урала, отличающийся массовыми проявлениями аварийности магистральных газопроводов. В его пределах на площади порядка 200 км² в разные годы произошло около 10 аварий и свыше тридцати вторичных разрывов труб в ходе их гидроиспытаний.

Этот район пересекается сложной системой крупнейших геодинамически активных разломов, которая разделяет гипсометрически контрастно разновые уровневые регионы – Уральские горы и Западно-Сибирскую равнину. Кроме того, он практически целиком располагается в пределах рудного узла цветных металлов, вследствие чего здесь характерна площадная вкрапленная сульфидизация палеозойских толщ, а также установлено наличие осадочных гематит-лимонитовых, сидеронитовых и марганцевых руд в краевой части осадочного чехла мезозойских и кайнозойских платформенных отложений. Наконец, в этом хорошо освоенном горнорудном районе широко развита система энергоснабжения, в частности, протяженные линии мощных и сверхмощных электропередач, способные обуславливать электролитные особенности геохимически насыщенных подземных вод.

В качестве основных материалов для выявления потенциально геодинамически опасных зон средствами ГИС-технологий в данном примере были использованы цифровая карта зон активных разломов (рис. 1), цифровая карта четвертичных образований, цифровая геологическая карта и сведения о рудопроявлениях, позволяющих судить о типах минерализации подземных вод в разновозрастных структурно-формационных комплексах рудного района (рис. 2).

Выделение активных разломов и составление геодинамической карты для их классификации осуществлялось путем проведения специального дешифрирования космофотоснимка масштаба 1:200000 и сопоставления выявленной системы этих нарушений с топографической картой масштаба 1:50000 с сечением горизонталей в 5 м, а также последующего морфометрического анализа территории.

Масштабный ранг выявленных активных разломов определяется по их фактической ширине на местности. Разломы были разделены на 5 категорий: до 50 м; от 50 до 100 м; от 100 до 150 м; от 150 до 200 м и от 200 до 300 м.

Классификация выявленных разломов по степени их активности произведена, исходя из видимой

вертикальной амплитуды относительных рельефообразующих смещений разделенных ими геодинамических блоков. По этому признаку различаются активные разломы 5 категорий: с амплитудой менее 10 м (внутриблоковые); в 10 м; до 20 м; до 30 и более 30 м (межблоковые).

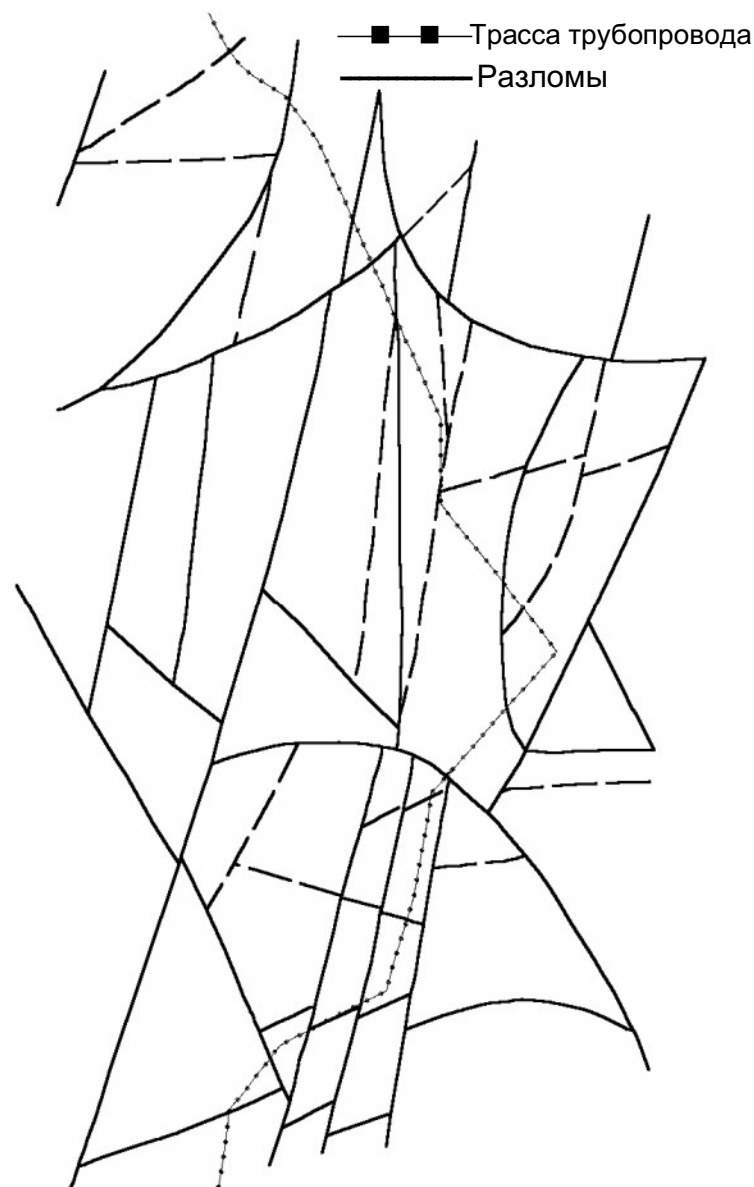


Рис. 1. Карта активных разломов в районе трассы трубопровода

Учитывается также степень влияния активного разлома на трубопровод в зависимости от угла их взаимного пересечения. Степень влияния существенно возрастает от поперечной ориентировки до продольного расположения участка трассы [1].

Собственно геодинамическая карта, кроме того, позволяет судить о распределении неоднородностей напряженно-деформированного состояния горных пород, обусловленных в данном случае рельефообразующей тенденцией встречного надвигания геодинамических блоков по субширотным дуговым взбросо-сдвигам. Это указывает, что в Краснотурьинском районе σ_{\max} , в отличие от преобладающей в Уральском регионе, имеет генеральную ориентировку в меридиональном направлении, а σ_{\min} – в субширотном. Соответственно активные разломы субширотного простирания могут расцениваться как относительно

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

пригруженные, а субмеридиональные зоны дробления как тектонически ослабленные (разгруженные).

Каждой группе выше приведенных величин назначаются определенные коэффициенты влияния – баллы потенциальной опасности. Значения указанных параметров и соответствующих им баллов заносятся в атрибутивные таблицы ГИС. В этих таблицах выполняется расчет суммарных баллов активности разломов.

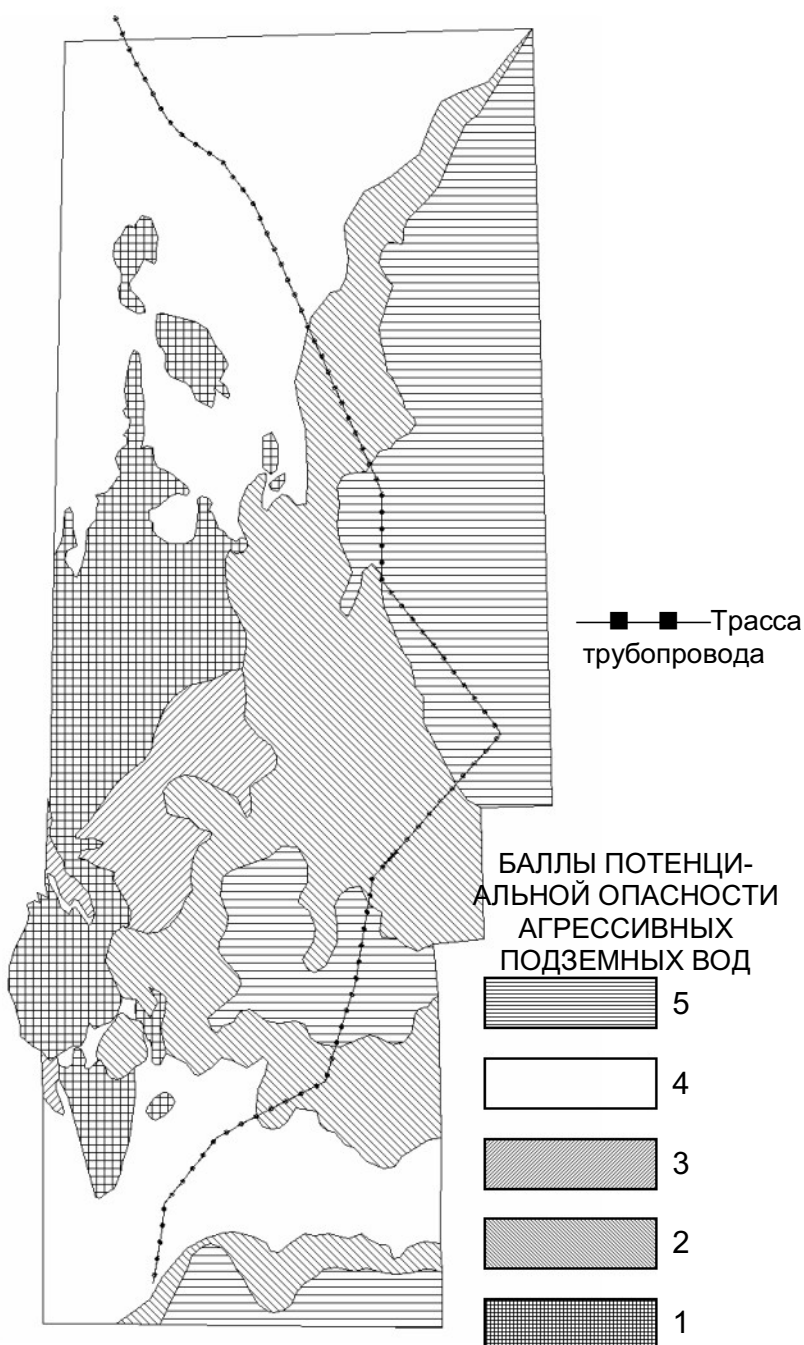


Рис. 2. Карта потенциально геохимически агрессивных подземных вод в районе трассы трубопровода

На основании полученных результатов была выполнена классификация разломов по степени их активности, что нашло отражение в создании тематической карты с графической интерпретацией значений суммарных баллов активности (рис. 3).

Оценка вероятной геохимической агрессивности подземных вод в зонах активных разломов складывается из трех факторов: 1) наличия и типа рудной минерализации в геологических комплексах, пересекаемых такими нарушениями; 2) гранулометрического

состава и генезиса рыхлых четвертичных образований, вмещающих трубопроводы, и способствующих поддержанию уровня минерализации подземных вод в зонах активных разломов либо, напротив, обуславливающих ее разубоживание; 3) близостью к линиям электропередачи и различиями в их мощности.

Для учета первого фактора на основе карты, представленной на рис. 2 была осуществлена классификация подземных вод по степени их минерализации (геохимической агрессивности).



Рис. 3. Карта классификации активных разломов в районе трассы трубопровода

Наименее минерализованными в районе являются подземные воды в пределах гранитоидных массивов палеозойского возраста. Уровень минерализации трещинных вод в зонах активных разломов последовательно повышается при их пересечениях с отложениями юрской системы, рудовмещающими толщами палеозойского, мелового и палеогенового возрастов. По каждому виду минерализации были назначены баллы потенциальной опасности (см. рис. 2). Тип горных пород и значения указанных баллов были внесены в атрибутивную таблицу ГИС.

Аналогичные операции были выполнены для учета второго фактора. Составленная цифровая карта четвертичных образований отразила пространст-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

венное распределение отдельных разностей. На основании полученной карты была проведена классификация четвертичных отложений по степени разубоживания уровня минерализации подземных вод в зонах активных разломов. Всего, с учетом гранулометрического состава и степени насыщения поверхностными водами было выделено четыре категории, каждой из которой было присвоено определенное значение балла потенциальной опасности. Тип четвертичных образований и значения указанных баллов были внесены в соответствующую атрибутивную таблицу ГИС.

Для определения местоположения потенциально геодинамически опасных зон с помощью ГИС осуществляется наложение карт распределения описанных выше факторов друг на друга. В результате оверлейных операций получается карта потенциально опасных зон (рис. 4) и композиционная таблица, в которой выполняется расчет суммарного балла потенциальной опасности зон.

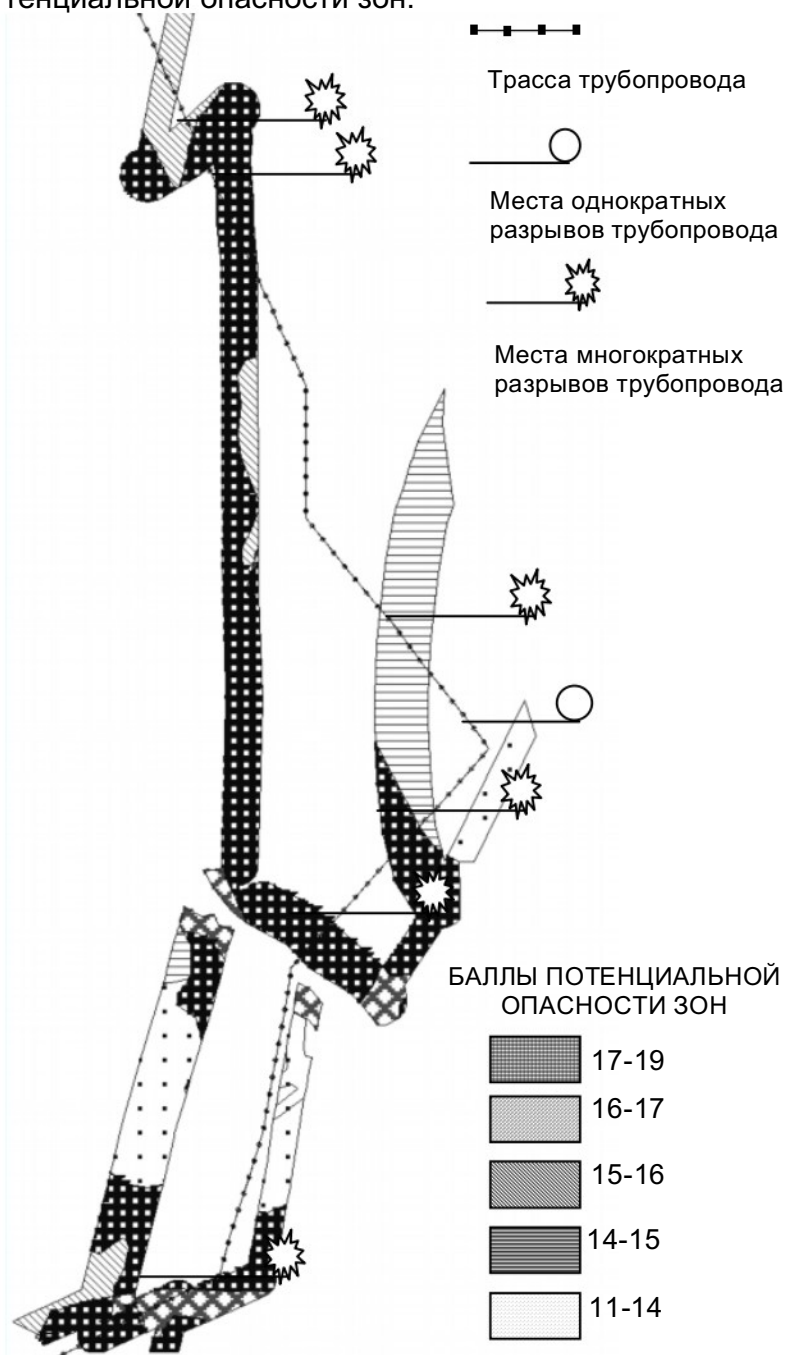


Рис. 4. Карта потенциально опасных зон в районе трассы трубопровода

В соответствии с классификацией предложенной в методических рекомендациях все выявленные зоны попадают во второй класс опасности [1]. Однако для проведения более детального анализа ситуации применяемая ГИС-технология позволяет осуществить разбиение данного класса на подклассы (см. рис. 4). При этом определяется не только ранг потенциально опасных зон, но и их конфигурация и местоположение, что значительно повышает информативность полученных результатов.

Выявленные геодинамически потенциально опасные зоны практически полностью совпадают с зафиксированными разрывами трубопровода (см. рис. 4). Причем, подзонам с большей потенциальной опасностью соответствуют места многократных разрывов трубопровода, а подзонам с меньшей, по баллам, опасностью соответствуют места однократных разрывов.

Для оценки степени опасности зон риска на основе результатов инструментальных наблюдений в рассматриваемом районе были проведены опытно-методические геофизические работы. В частности, на левобережье рек Каква и Марганцовка (рис. 5) выполнены профильные наблюдения методом симметричного электропрофилирования на постоянном низкочастотном токе с использованием установки А40МN40В. В южной части района по профилю К-1 было пересечено три разлома, которые по совокупности факторов относятся к разным категориям активности (рис. 6). Относительно меньший электрический потенциал был зафиксирован на разломе средней активности B_0 . Высокочастотная аномалия подтверждает наклонный характер и значительную водопроницаемость зоны дробления B_1 , а также ее заметно меньшую мощность (50-70 м), по сравнению с разломом B_2 аналогичной активности и мощностью 250-300 м.

Представленная выше методика выявления геодинамически опасных зон служит основой для зонирования территории, по которой предполагается прокладка трубопровода. Перечень учитываемых факторов может быть изменен в зависимости от степени важности объектов, их протяженности, наличия необходимой информации т.п. Зонирование территорий по геодинамической опасности позволяет заблаговременно, на стадии проектирования, принять решение о дополнительных мерах защиты трубопровода или внести изменения в место положение будущей трассы на этом участке.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

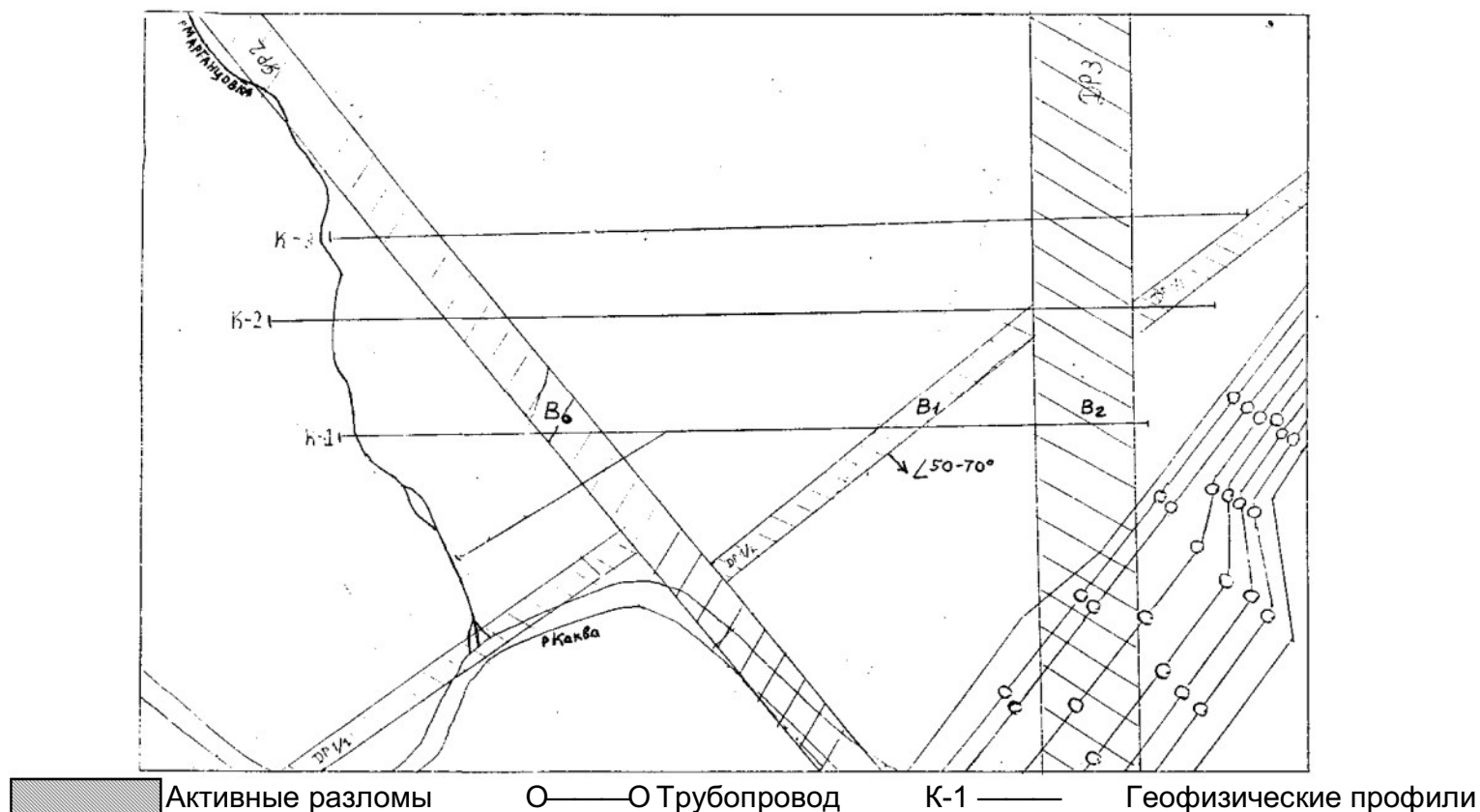


Рис. 5. Схема участков полевых геофизических работ

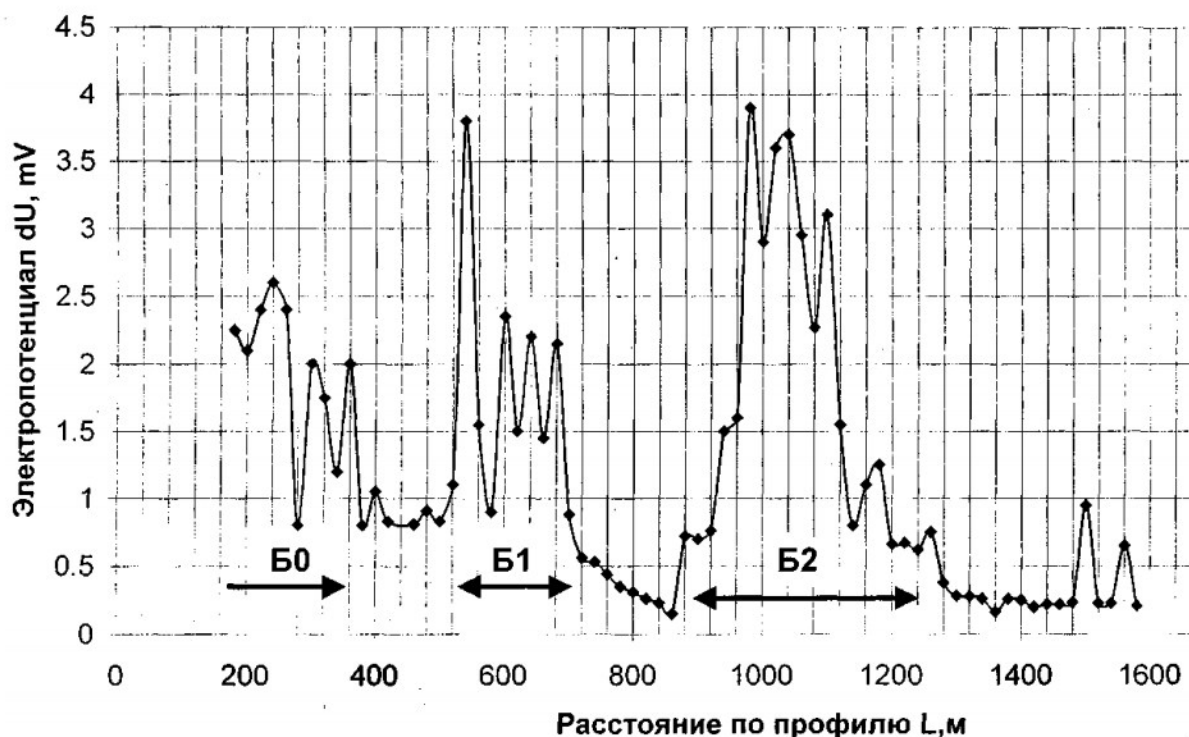


Рис. 6. Результаты СЭП по профилю "К-1" по дороге от моста через р. Марганцовка в сторону МГ (База – 80 м, шаг – 20 м)

Литература

1. Система обеспечения геодинамической и экологической безопасности при проектировании и эксплуатации объектов ТЭК: методические указания

/Д.В. Яковлев, А.Н. Шабаров, Н.В. Гусева, А.Д. Седых, Е.В. Дедиков и др. – СПб.: ВНИМИ, 2001. – 86 с. (Министерство энергетики РФ; РАН. Гос. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела – МНЦ ВНИМИ).

А.Н. Шабаров, В.А. Киселев, Ю.Г. Кобылянский, Н.В. Гусева, А.Г. Стороженко – сотрудники ВНИМИ

*«Не бойся будущего и не относись
почтительно к прошлому ... Прошлое полезно
только в том отношении, что указывает нам пути
и средства к развитию»*

Генри Форд

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О СОСТОЯНИИ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА В РОССИИ И О ПЕРСПЕКТИВАХ ЕГО РАЗВИТИЯ

(Центр «Севзапгеоинформ» – бывш. «Союзмаркштрест»)



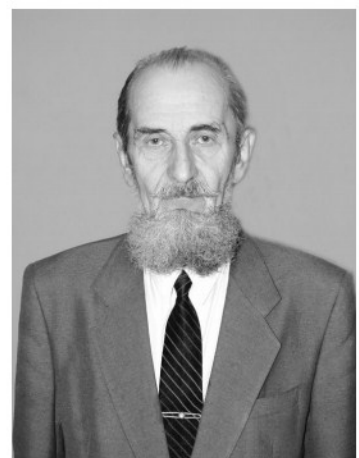
М.А. Водов

Генеральный директор
Центра «Севзапгеоин-
форм»



И.Б. Чернобровкин

Технический директор –
главный инженер Центра



Б.И. Зарубин

Инженер I категории
ЛМРГИ

Касаясь столь ответственной темы, мы все же надеемся на то, что заинтересованный читатель разделит наши взгляды, наши опасения, сомнения и, в конечном счете, наш оптимизм. Также хотелось бы надеяться, что и Законодатели, и чиновники от Правительства, и чиновники близкие к нему встретившись со статьей, получают от наших соображений положительные эмоции и станут действовать в полезном направлении.

Маркшейдерское обеспечение горных разработок уходит в глубь веков, но нас интересует развитие маркшейдерии в российской истории, и, особенно, в советский период. ВНИМИ маркшейдерия определена «как отрасль горной науки и техники, предметом которой является изучение на основе натуральных измерений и геометрических построений структуры месторождения, формы и размеров тел полезного ископаемого в недрах, размещения в них полезных компонентов, свойств вмещающих пород, пространственного расположения выработок, процессов деформации пород и земной поверхности в связи с горными работами, а также отображение динамики производственного процесса горного предприятия» (БСЭ, 3 изд., том 15, стр.393) и только горный инженер-маркшейдер наделен ответственным правом ведения горных и маркшейдерских работ. «Ответственное право» – термин юридический и такого права не предоставлено никакому другому инженеру горного профиля. В конечном счете, горный инженер-маркшейдер ответственен за безопасность ведения горных работ и за полноту выемки полезного ископаемого.

В особую службу горных предприятий России маркшейдерия выделилась при Петре I. В трудах видных деятелей горного дела В.Генинна (1676-1750 гг.) и В.Н.Татищева (1686-1750 гг.) в круг задач маркшейдерской службы отнесено абсолютно все, что ныне отнесено к маркшейдерии как важнейшей отрасли горной науки и производства.

В 1909 г. в г.Харькове состоялся Первый съезд маркшейдеров Юга России, а в 1913 г. – Первый Всероссийский маркшейдерский съезд. Важным документом съезда стало постановление о переработке маркшейдерской Инструкции 1888 г., по которой маркшейдерский документ обретал силу только после подписания его окружным маркшейдером. По этой причине возникали злоупотребления, подпитываемые владельцами горных предприятий. Постановления первого Всероссийского съезда маркшейдеров не были выполнены. Уже в советское время, по инициативе профессоров В.И. Баумана и П.М. Леонтовского, в Петрограде проходит Второй Всероссийский маркшейдерский съезд (1921 г.). По его рекомендациям ВЦИК и СНК РСФСР в 1922 г. утверждают «Положение о производстве маркшейдерских работ в горных округах», «Инструкцию для окружных маркшейдеров» и «Инструкцию по производству маркшейдерских работ». Начиная с 1925 г. последовательно проходят съезды маркшейдеров Юга России, Урала и Башкирии и первый Общесибирский.

В 1929 г. созывалась Всесоюзная маркшейдерская конференция. Заслугой конференции явилось создание постоянной маркшейдерской комиссии при НТС горной промышленности ВСНХ и «Гормаркбюро» для выполнения капитальных маркшейдерских работ. Рекомендованные конференцией «Правила по маркшейдерскому делу и маркшейдерскому контролю» применялись до утверждения в 1939 г. «Технической инструкции по производству маркшейдерских работ».

В 1932 г. в г.Ленинграде состоялся Первый Всесоюзный маркшейдерский съезд, рассмотревший важнейшие организационные и технические вопросы и признавший совершенно необходимым и неотложным создание всесоюзных маркшейдерских органов и организаций, выполняющих общее руководство и ведущих научно-исследовательские и капитальные маркшейдерские работы.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Во исполнение решений съезда в том же году под руководством профессора И.М. Бахурина было создано Центральное научно-исследовательское маркшейдерское бюро (ЦНИМБ), преобразованное в 1945 г. во Всесоюзный научно-исследовательский маркшейдерский институт (ВНИМИ).

Специальным постановлением Совнаркома СССР в июле 1940 г. на базе маркшейдерского отдела Геолмаркштреста (бывшее «Гормаркбюро») в системе Наркомата угольной промышленности быв. СССР был создан Государственный всесоюзный топографо-маркшейдерский трест – **«Союзмаркштрест»**. Менялся промышленный облик страны, и мы видим, сколь адекватно реагировало Правительство, укрепляя маркшейдерское дело в Государстве.

В 1946 г. Наркомат угольной промышленности быв. СССР был разделен на три министерства и, в связи с этим, распоряжением Совета Министров трест был реорганизован в Союзмаркштрест и Союзвостокмаркштрест, но в 1948 г. был снова создан единый Государственный трест. В его составе было 19 отделений и картфабрика. Изначально, Союзмаркштрест был образован как хозрасчетная организация, но оказавшись теперь в подчинении Главуглеразведки, вынужден был помимо маркшейдерских работ заниматься геологоразведочными работами по углю.

В 1957 г. было создано Главное управление геологии и охраны недр при Совете Министров РСФСР, которому был подчинен Союзмаркштрест. При этом часть его подразделений перешла в ведение республиканских геологических управлений, из девятнадцати сохранилось семь в городах Ленинграде, Туле, Ростове-на-Дону, Воркуте, Кемерово, Улан-Удэ и в Хабаровске. Работы велись преимущественно на территории РСФСР. Маркшейдерские работы распространялись на предприятия цветной и черной металлургии, нефтяной и газовой промышленности, но выросла и доля работ, выполняемых для геологических управлений.

В 1964 г. при слиянии Министерства геологии и охраны недр РСФСР с Министерством геологии СССР, в одном и том же ведении оказалось Главное управление геодезии и картографии и Союзмаркштрест. Последний был передан в подчинение ГУГК МГиОН СССР и в 1967 г. ГУГК перешло в ведение Совета Министров СССР. Три подразделения Союзмаркштреста были объединены с предприятиями ГУГК и, практически прекратили маркшейдерские работы. Из вновь созданных четырех – только три имели маркшейдерскую направленность, но были перегружены топографической съемкой городов вне территорий горных работ.

В 1992 г. Союзмаркштрест был упразднен, а его подразделения, наделенные правами Государственных предприятий, перешли в прямое подчинение ГУГК. С распадом Советского Союза в системе Федеральной службы геодезии и картографии России – Роскартографии сохранились четыре маркшейдер-

ских предприятия: **Центрмаркшейдерия (г.Тула), Уралмаркшейдерия (г.Челябинск), Кузбассмаркшейдерия (г.Кемерово) и Федеральное государственное унитарное предприятие Северо-Западный региональный производственный центр геоинформации и маркшейдерии – Центр «Севзапгеоинформ»**, являющийся юридическим правопреемником Союзмаркштреста и образованный на базе предприятия Севермаркшейдерия (г.Санкт-Петербург). Но эти предприятия разобщены и в организационном, и в техническом, и в методическом отношении. Введенная ранее в аппарат управления ГУГК должность главного маркшейдера (без маркшейдерского отдела) и вовсе упразднена.

Так, в результате усилий Правительства по перестройке в последние 10-15 лет распалась специализированная маркшейдерская структура, созданная талантливыми людьми для выполнения капитальных маркшейдерских работ. Полуразпалась с ней также и горная промышленность, в особенности угледобывающая. Примерно 60 тысяч маркшейдеров занятых в горнодобывающей промышленности и других сферах народного хозяйства лишились не только консолидирующей силы в лице Союзмаркштреста, но в ряде случаев и работы.

Кажется, сбывается предсказание Владимира Ильича Ленина о том, что каждая кухарка может управлять государством. И в этой связи, особое беспокойство вызывает ликвидация или консервация горных предприятий в качестве нерентабельных. Дело в том, что основные маркшейдерские планы горных выработок подлежат вечному хранению, а в последние 10-15 лет они практически не обновлялись.

Ранее планы обновлялись Союзмаркштрестом каждые 10 лет практически на всех горных предприятиях страны. Были истрачены десятки тонн материалов и изготовлены сотни тысяч маркшейдерских планшетов: на алюминии, на винипрозе, на матированном лавсане, на лавсане с припрессованной бумагой и, наконец, на эстипрозе с припрессованной бумагой. (Кстати, за маркшейдерские планшеты на лавсане с припрессованной бумагой и деколи Союзмаркштрест на Второй международной выставке «Интероргтехника-75» удостоен Почетного диплома). В огромных количествах планшеты поставлялись маркшейдерам горных предприятий для текущих работ, но всякий раз с переходом на новые носители обновление выполнялось силами Союзмаркштреста. Это не было простым копированием планов на новой основе более квалифицированными исполнителями. Обновление начиналось только после инструментального контроля опорных маркшейдерских сетей, работниками Союзмаркштреста с использованием более совершенного оборудования.

Заккрытие горных предприятий как нерентабельных при бесконтрольном состоянии основных маркшейдерских планов горных выработок весьма негативно отзовется в будущем. Ведь предприятия со временем могут стать рентабельными. Вспомним хотя бы артельный способ добычи золота. Артелям

сдавались месторождения ликвидируемых Госпредприятий, которым становилось невыгодно их финансировать. Артели же, сдавая золотом установленную ренту государству, имели заработок, превосходящий плату горняков Госпредприятий. Таким образом, только полнота извлечения полезного ископаемого из недр является основанием для закрытия предприятия, иначе словосочетание «охрана недр» становится бессмысленным. Но и «полнота извлечения» тоже понятие относительное (забалансовые запасы, охранные и барьерные целики и т.п.). Если сейчас не принять мер инструментального контроля состояния маркшейдерских съемок закрываемых или консервируемых горных предприятий, то со временем такой контроль станет невозможен вследствие обрушений выработок, а попытки возобновить разработку в будущем потенциально будут связаны с авариями и катастрофами.

Ныне полезно отметить организующую роль бывшего Союзмаркштреста. Постоянно озабоченный проблемами совершенствования маркшейдерии он искал и находил помощь ведущих НИИ и их научных кадров. К работе привлекались ХИГМАВТ, ВНИИГеофизика, СНИИГИМС, ГОИ, ЛОМО, ЦНИИГАиК, НИИ ВТС, ЛГИ и многие другие, не говоря о ВНИМИ. С ним родственные отношения восходят еще ко времени ЦНИМБ. Для ВНИМИ Союзмаркштрест был не только постановщиком задач, но был и неизменным опытно-производственным «полигоном». Еще К. Марксом замечено – ни один университет не в состоянии поставить перед наукой задачу, какую может поставить производство.

В 1950 г. прошла Первая научно-техническая конференция новаторов производства Союзмаркштреста. Открыл конференцию член корр. АН СССР, проф., д.т.н., горный инженер-маркшейдер Н.Г.Келль. Помимо новаторов производства Союзмаркштреста в работе участвовали проф., д.т.н., горный инженер-маркшейдер Н.А.Авершин, проф., д.т.н., горный инженер-маркшейдер Б.И.Никифоров и другие деятели науки и производства. Авторитет Союзмаркштреста был велик.

В послевоенные годы для восстановления шахт Донбасса развивались сети триангуляции 2-4 классов и полигонометрии повышенной точности (1:25000). Объем работ, выполняемый только Южно-Украинским отделением Союзмаркштреста, достигал 3000 пунктов в год и это при измерении длин линий инварными проволоками. Сети вычислялись в системе координат В.И. Баумана, в которой специально для экономии маркшейдерских планшетов ось X была направлена по генеральному направлению простирания угольных пластов Донбасса, а ось Y – вкрест простирания. Позже все было перевычислено в государственную систему 1942 г.

Союзмаркштрест одним из первых (1950 г.) освоил стереотопографическую съемку в масштабе 1:2000. Выпустив совместно с бывшим ЛОМО оптические дальномерные насадки ДД-3 и ДД-3У Грейма-Никифорова (1955-1956 гг.) силами собственных мех-

мастерских, Союзмаркштрест изготовил к ним 1200 комплектов специальных реек. Мехмастерские Союзмаркштреста славились на весь Союз своим чертежным инструментом с победитовыми вставками на концах перьев и с особенной формой перьев. Выпускаемый промышленностью и поставляемый из Германии чертежный инструмент был непригоден для профессиональных маркшейдерских и топографических чертежных работ. Мехмастерские выпускали маркшейдерские лебедки, груз – рейки и другое специальное оборудование. Изготавливаемые мастерскими насадки на нивелир Н-3 с зеркальным компенсатором проф., д.т.н. Н.А.Гусева превращали нивелир Н-3 в нивелир с самоустанавливающейся осью визирования намного раньше, чем это было сделано на заводе Цейсса. А использование жидкостного компенсатора Н.А.Гусева в нивелире, изготовленном ЛОМО в опытном образце по техническому заданию Союзмаркштреста, опередило аналогичные зарубежные разработки на десятилетия.

Прежде чем достичь объема 10-15 тыс. линий полигонометрии на поверхности и 12 тыс. линий в подземных опорных маркшейдерских сетях в год, Союзмаркштрест за 14 лет испытал 15 типов светодальномеров, предложил ВНИМИ задачу, профинансировал первый этап работ и получил два маркшейдерских светодальномера: ТД-2 и МСД-1М. Впервые в Союзе лабораторией ВНИМИ, руководимой к.т.н., горным инженером-маркшейдером В.А.Синицыным была достигнута точность измерений ± 1 см, а затем $\pm 1-2$ мм. Существенно то, что МСД-1М при весе 11 кг (с питанием и в укладочном ящике) серийно изготавливался во взрывобезопасном исполнении.

Союзмаркштрест испытал все маркшейдерские гирокомпасы, разрабатываемые ВНИМИ под руководством д.т.н., горного инженера-маркшейдера В.Н.Лаврова. С большим сожалением приходится констатировать, что гирокомпас МГ-1, обеспечивающий ошибку 3-5 сек. в одном пуске, остался в опытном образце и не нашел серийного продолжения. Он превзошел все, что серийно выпускалось до и после его разработки. Читатель, по-видимому, уже заметил некоторое наше настаивание на квалификации горного инженера-маркшейдера.

Существует мнение о профессиональном равенстве геодезиста и маркшейдера – и тот и другой измеряют углы и линии. Поясним: в триангуляции можно перенести пункт и улучшить конструкцию сети, неверно проложенный теодолитный ход можно повторить по другим точкам, а вот неверно проведенную горную выработку повторить верно, невозможно. За свои ошибки геодезист несет административную ответственность, а маркшейдер – уголовную. И не только в этом их принципиальное различие.

Союзмаркштрест провел анализ своей деятельности по развитию подземных опорных маркшейдерских сетей периодически развиваемых в течение ряда лет на нескольких предприятиях. Для этого использовалась программа профессора ЛГИ, д.т.н., горного инженера-маркшейдера А.В.Хлебникова. Она

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

позволяла привлечь к одновременной совместной обработке все угловые, линейные, гироскопические и нивелирные измерения на поверхности, все аналогичные измерения в горных выработках на всех горизонтах, результаты центрирования подземных сетей, их геометрическое ориентирование, измерения глубины шахт (передачи отметок в шахту и на горизонты) и все измерения в шахте при передаче отметок или координат с горизонта на горизонт. Оказалось, что относительные погрешности в плане опорных маркшейдерских сетей составляют 1:25000-1:30000, а в высотных сетях – соответствуют требованиям нивелирования IV класса.

В 1961 г. во ВНИМИ (бывш. главным инженером ЛКТМЭ Союзмаркштреста) горным инженером-маркшейдером В.И.Мячиковым защищена диссертация, в которой на основе производственного опыта дана классификация месторождений полезных ископаемых, одним из поисковых признаков которых являются характерные особенности изображений на аэроснимках. То, мимо чего геолог проходит в поле, оказывается видимым на аэроснимке. С еще большей очевидностью это подтвердилось последующими космическими съемками. На Всесоюзном совещании геологов в 1968 г. академик АН СССР Д.В.Наливкин и член корр. АН СССР В.Д.Наливкин предупреждали, что запасов в недрах надолго не хватит. А Генри Форд (Старший) еще раньше замечал, что **кто ставит во главу угла только прибыль – неизбежно потерпит крах**. Нефтегазовым компаниям полезно финансировать развитие маркшейдерии своей отрасли. Только маркшейдерская служба по мульдам сдвижений способна оценить экологическую ситуацию, степень отработки и перспективу эксплуатируемого месторождения.

Готовится новая редакция Технической инструкции по производству маркшейдерских работ. Проект ее существует. Есть опасение, как бы в новой редакции он не оказался похожим на Инструкцию 1888 г... Подобные опасения высказывали многие ученые ВНИМИ. Следовало бы иметь в виду, что еще на стадии «Проекта» такой документ должен широко обсуждаться ведущими учеными и производственниками-маркшейдерами, а основные положения Инструкции необходимо освещать в печати (особенно в журнале «Маркшейдерский вестник»).

В сущности, нет оснований без оптимизма смотреть и на будущую «Инструкцию...» и на развитие маркшейдерии в ближайшем будущем. Наш оптимизм основан на десятилетнем опыте работы Центра – «Севзапгеоинформ». За этот период координально изменилась техническая оснащенность и технологии. Имеющиеся в Центре 145 РС сменились уже в четвертый раз. Такие как Pentium III-100, 133,800 готовятся к замене и уступят место уже имеющимся РС Pentium IV. Используется плоттер Mutoh Falcon Rj-6100 (Япония), а плоттер CalComp 5336 TG (США) готовится к замене. Уже не выглядят привлекательными, с точки зрения производительности аналитические фотограмметрические станции CD-2000 (Швейцария) и

им на смену идут цифровые фотограмметрические станции ЦФС (ЭОМЗ ЦНИИГАиК), допускающие более прогрессивную технологию. Используется цветной сканер Vidar Truscan Titan Atlas (США) и цветной фотограмметрический сканер DSW-500 (Швейцария). Используется аэрофотосъемочный комплекс RC-30 с гиросtabilизирующей установкой и в комплекте с аппаратно-программным навигационным комплексом ASCOT с самолетной GPS антенной (все Швейцария), с оборудованием для проявки аэрофильмов и снимков COLENTA (AGFA) и с прибором контактной печати SCANATRON (Швеция). Используются электронные тахеометры (Япония, Швейцария) и GPS приемники Trimble Navigation (США). Все подчинено современной цифровой технологии, способствующей значительному сокращению дорогостоящих полевых работ и сроков выполнения работ в целом, снабжено высокоэффективным программным обеспечением по мировым стандартам с возможностью пост-обработки результатов АФС с учетом координат центров фотографирования каждого аэроснимка (*Flykin Suite+*, *ORIMA*).

Специалисты Центра внимательно следят за всеми изменениями в избранном базовом продукте программного обеспечения и немедленно используют все то, что дает преимущества по затратам и качеству. Для работы с цифровыми планами в системе ArcView GIS (версия 8) в Центре создан классификатор для топографических планов масштабов 1:500-1:5000, представляющий интерес для маркшейдеров, поскольку связан со смежными системами программного обеспечения и позволяет в автоматизированном режиме формировать отображения цифрового топографического плана в соответствии с требованиями Условных знаков. Классификатор легко может быть адаптирован к основным маркшейдерским планам горных выработок. Условные знаки для этого разработаны еще Союзмаркштрестом. Разработанная технология создания цифровых топографических карт позволяет включить в карту и другую информацию, например, границы мульды сдвижения, охранные бермы, их изменения и прочие сведения, интересующие маркшейдера. Средства обретения информации любые – тахеометрическая съемка, мензуральная съемка, обмеры и т.д. Такая карта может служить основой ГИС. Мы бы назвали ее «ГИМС» – геоинформационная маркшейдерская система, поскольку в наполнении своем она должна содержать трехмерную графику, без которой невозможно современное решение задач геометризации месторождений. Наш Центр имеет достаточный опыт создания специализированных ГИС, но не маркшейдерских. Создание ГИМС в порядке «энтузиазма» – невозможно. Такая работа должна быть обеспечена солидным финансированием. В современной цифровой технологии мы видим перспективы развития маркшейдерии. Маркшейдер давно уже назван горным геометром, но таковым он станет в ближайшее время, с приходом к нему цифровых технологий.

ПОДАРОК ОАО «МЕТРОСТРОЙ» К 300-ЛЕТИЮ РОДНОГО ГОРОДА (Маркшейдеры о первой сбойке на участке «Размыв»)

Технология стыковки забоев тоннелей – дело для маркшейдеров Ленинградского – Петербургского Метростроя не новое, хотя в сложившихся за последнее десятилетие условиях, когда объём метростроения в нашем городе обвально сократился, для многих его участников сегодня сбойка была первой. И всё же даже для ветеранов в проходке этого перегонного тоннеля на участке было многое впервые: впервые проходку тоннеля в сложнейших гидрогеологических условиях (в том числе через плывун) на глубине 50 и более метров вели не в замороженном массиве и не при повышенном давлении (в кессоне), а с применением импортного щитового проходческого комплекса (ТПМК) с гидропригрузом забоя; впервые проходка тоннеля велась иностранной компанией "Impregilo NCC" на подряде у "Метростроя" под административным и техническим руководством специалистов этой компании, в том числе маркшейдеров; впервые ведение щита по трассе и монтаж колец (конической конфигурации) осуществлялись по компьютерной программе; впервые сооружены 2 шахтных ствола Ø8,5 м, посаженные на трассы перегонных тоннелей – один (спуска щита, размещения технологических коммуникаций и пассажирского лифта) на правый тоннель, другой (для выдачи ТПМК) – на левый; впервые для разворота щитового комплекса (с правого тоннеля на левый) была сооружена односводчатая камера.

Сбойка в правом перегонном тоннеле на аварийном участке "Размыв" стала фактом: в начале мая 2003 г. щитовой проходческий комплекс (ТПМК) Ø7,4 м вошёл в заранее сооружённую камеру из чугунных колец Ø7,9 м (вн). Это событие всегда значительное для всех его участников, но для маркшейдеров сбойка – итог напряжённого труда, начиная с передачи координат на рабочий горизонт, развития геодезического обоснования со стороны обоих забоев и кончая непрерывным контролем за положением щита и обделки в процессе проходки.

Чтобы соорудить всё перечисленное с необходимой точностью, не установленной в большинстве случаев нормами, требовалось проявить настоящее маркшейдерское искусство. И такое искусство проявили маркшейдеры производственных строительно-монтажных организаций (бывших СМУ Ленметростроя), управления Метростроя и специализированной маркшейдерско-геодезической фирмы ЗАО «ГИРО», действующей по договору с Заказчиком (Дирекцией строящегося метрополитена).

Конечный итог совместного творчества – минимальное отклонение центра последнего кольца от проектной оси тоннеля, равное по предварительным подсчётам 15 мм. Десятки участников митинга, организованного в перемонтажной камере по случаю сбойки, смогли наглядно оценить высокую степень маркшейдерского искусства, глядя, как симметрично

расположился режущий орган щита относительно чугунного кольца в приемной камере.

Проходка перегонного тоннеля сопровождалась всесторонним и интенсивным мониторингом состояния поверхности и канализационного коллектора глубокого заложения. Особое внимание коллектору было вызвано его близостью к прокладываемой линии метро. Требовалось пройти этот участок, условно говоря, без деформаций вышележащего породного массива.

Наблюдения за земной поверхностью, деформациями зданий и подземных сооружений на участке восстановления движения производились фирмой "ГИРО" и фирмой "Impregilo NCC" геодезическо-маркшейдерскими методами и дополнялись геофизическими измерениями по приборам, установленным в наблюдательных скважинах вдоль трассы тоннелей с последующим детальным анализом всех выполненных замеров.

На поверхности выполнялся следующий комплекс геодезическо-маркшейдерских измерений (рис.1):

- нивелирование II класса по грунтовым реперам профильных линий и вдоль оси канализационного коллектора;
- нивелирование III класса по стенным маркам, заложенным в цокольных частях зданий от сети грунтовых деформационных реперов;
- измерение горизонтальных деформаций земной поверхности по линиям грунтовых реперов вдоль трасс тоннелей и канализационного коллектора. Измерения выполнялись высокоточными электронными геодезическими станциями с точностью ± 2 мм;
- измерение наклонов домов повышенной этажности по деформационным маркам, заложенным на крышах зданий, путем высокоточного и многократного их координирования.

Для определения деформаций подземных сооружений выполнялись следующие виды работ:

- нивелирование сводов обделки шагом – каждое десятое кольцо (14 м), а в зоне влияния проходческих работ на канализационный коллектор шагом – каждое кольцо (1,4 м);
- координирование деформационных марок, закрепленных на обделке (5 шт. на кольцо), с интервалом 50 м (рис.2) для контроля геометрии тоннеля.

Наблюдения за смещениями в подземных сооружениях выполнялись одновременно с наблюдениями за поверхностью теми же организациями, что позволило оперативно и в полном объеме следить за развитием деформаций.

Результаты всестороннего мониторинга подтвердили надежность принятой технологии проходки, примененной в сложных гидрогеологических условиях участка "Размыв".

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

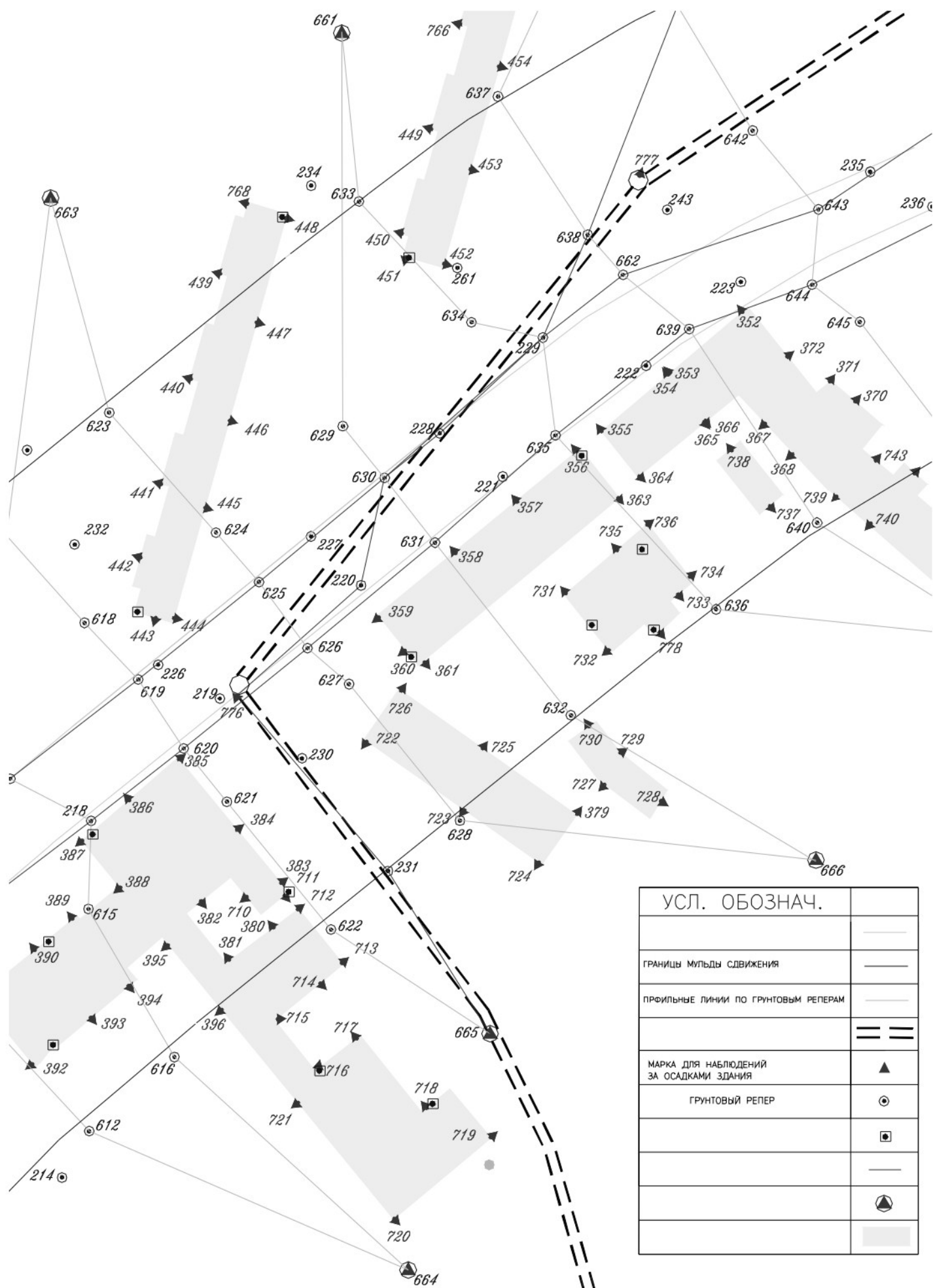


Рис. 1. Комплекс геодезическо-маркшейдерских измерений

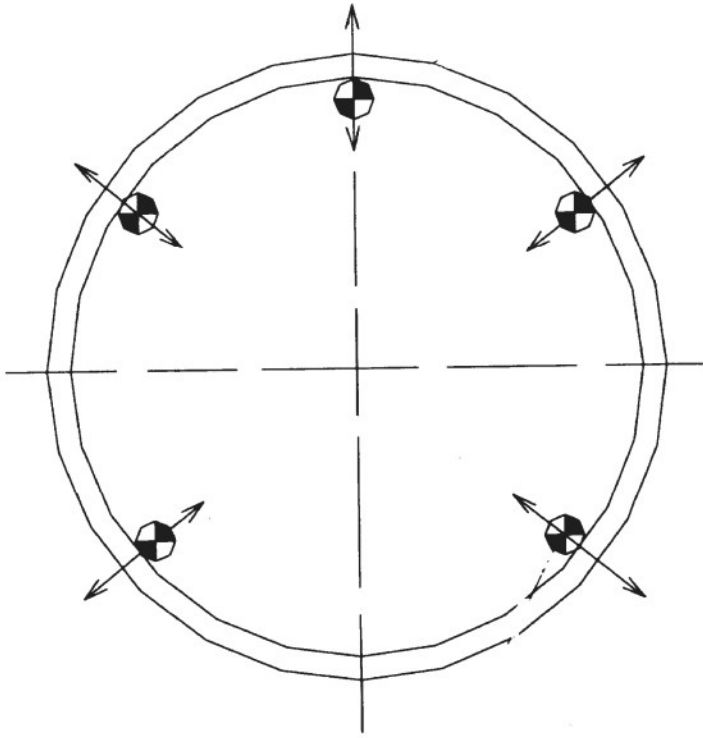


Рис. 2. Расположение деформационных марок в кольце

Максимальные величины деформаций не превысили допустимых значений.

Кроме стыковки забоев при проходке перегонных тоннелей, у метростроителей имеются специфические сбойки: при проходке наклонных (эскалаторных) тоннелей – сопряжение со станцией (средний тоннель – камера), при вскрытии сантехнических, артезианских и геодезических скважин ходками, пройденными из перегонного тоннеля. Последняя задача часто осложняется поисками и координированием оси трубы скважины, отклонившейся от вертикали настолько, что не позволяет надёжно определить положение её забоя.

В практике проходки перегонных тоннелей ленинградского метрополитена были осуществлены, так называемые, “сквозные” проходки, когда тоннели прокладывались по трассе нескольких перегонов, пересекая боковые тоннели станций пилоттоннелями по специально рассчитанной для такого случая трассе.

Особое место в организации маркшейдерского обслуживания проходки тоннелей занимало обеспечение скоростных проходок, последняя из которых была выполнена почти четверть века назад на перегоне ст. “Пионерская” – ст. “Удельная”. За месяц строительно-монтажная организация ТО-3 Ленметростроя при поддержке других его подразделений и непосредственном участии руководителей ЛМС проложила с помощью механизированного щитового комплекса тоннель протяжённостью 1250 м. При этом суточная проходка достигала 48 м, сменная – 17 м. При таких темпах продвижения забоя каждые сутки требовалось закладывать новый знак полигонометрии, выполнять измерения (в том числе, контрольные), производить вычисления и выставлять створные знаки с последующим контролем. И всё это – при непрерывном движении щита. Выполнить такой объём ра-

бот силами одного ТО-3 было невозможно. Поэтому были организованы специальные бригады маркшейдеров, которые выполняли измерения, вычисления, выносу осевых знаков и ежесменное обслуживание щита.

Проходка тоннелей и других горных выработок – это только одна, очень важная, очень ответственная, очень трудоёмкая, но всё же только одна фаза строительства метрополитена. Ей предшествует подготовительный период, во время которого создаётся геодезическое обоснование, производится разбивка стволов, строительных площадок, наклонных тоннелей, скважин для замораживания и технологических, создаётся сеть для наблюдения деформаций.

У тоннелей метрополитена есть ещё одна особенность: они выполнены из сборных железобетонных колец (обделки), к которым предъявляются дополнительные жесткие требования, кроме прочности, – это соблюдение строительного габарита независимо от изменения контура кольца вследствие его деформации. За соблюдением этого требования маркшейдеры следят особенно тщательно.

Наконец, следующая составляющая (после проходки) строительства метрополитена – строительно-монтажные работы. В перегонных тоннелях – это путеукладочные работы, монтаж постоянных коммуникаций и оборудования. На станции и в прилегающих к ним камерах – это обустройство (сооружение подплатформенных помещений и служебных помещений на уровне платформы), монтаж пассажирской платформы и возведение путевой стены. В эскалаторном тоннеле и прилегающих к нему камерах на уровне станции и подземной части вестибюля. В притоннельных выработках – это, в основном, монтаж оборудования.

На этом этапе маркшейдерская служба решала две задачи: разбивку плановых и высотных марок для того, чтобы обеспечить строителям возможность выполнять строительно-монтажные работы в соответствии с проектом и нормативными требованиями; ведение постоянного контроля за соблюдением допусков при выполнении строительно-монтажных работ. Исключение составляли путеукладочные работы, при выполнении которых установка рельсов и контроль их положения совмещались в одной операции.

Путеукладочным работам предшествовала работа, которая тоже являлась специфической для метростроения: уравнивание полигонометрии на предъявляемом к сдаче участке. Все дальнейшие работы по укладке пути, а также по монтажу пассажирской платформы на станции, по монтажу путевых стен, по размещению оборудования в перегонных тоннелях выполнялись от уравненных координат.

В этот период маркшейдерский контроль подчинялся важнейшему требованию: строжайшему соблюдению габаритов приближения оборудования, установленных стандартом. Обеспечение габаритов является важнейшим показателем качества сооружения метрополитена. Не случайно приёмка участка завершалась прокаткой специального вагона с конту-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ром габарита по всей трассе, после чего и произошло подписание акта Государственной комиссией.

Даже беглое описание работ, которые требуется выполнять маркшейдерской службе при сооружении каждой очереди петербургского метрополитена, начиная с освоения строительной (шахтной) площадки и кончая сдачей сооружения в эксплуатацию, даёт представление о широчайшем диапазоне квалификации, которой должен обладать каждый маркшейдер.

Ни одно учебное учреждение в нашей стране не готовит специалистов такого профиля. Попытки создать что-то подобное были, но нужного результата не дали. Выпускники горных вузов по маркшейдерской специальности, пожалуй, легче всех осваивают методы горного строительства с транспортным уклоном. Но даже им требуется немало времени, чтобы освоить специфику метростроения. Сегодня это сложнее вдвойне: при обвальном сокращении работ по метростроению практический опыт не передавался молодому поколению многие годы.

Немало способствует такому положению практически полное отсутствие учебных пособий, отра-

жающих современный уровень маркшейдерии для транспортного строительства, не говоря уже о его варианте – конкретно для метростроения, и, что уже совсем дико – отсутствие даже справочных пособий такого уровня.

Единственной "настойной книгой" маркшейдера остается инструкция по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей ВСН-160-69, которая, к великому сожалению, не содержит методики производства маркшейдерских работ с учетом новых приборов и инструментов, как отечественного, так и импортного производства. Так же нет в Санкт-Петербурге и типовой инструкции, которая, например, есть в Москве, по мониторингу земной поверхности, зданий и сооружений, попадающих в зону влияния горных работ с учетом гидрогеологических особенностей города.

Лишь появление новых необходимых нормативных и методических документов позволит способствовать развитию маркшейдерского искусства в транспортном строительстве.

*А.И. Шафер, инженер по качеству ОАО "Метрострой";
В.Э.Дзибель, Генеральный директор ЗАО "Фирма"Гиро";
Б.М.Савков, Главный маркшейдер ОАО "Метрострой"*

О СОСТОЯНИИ МАРКШЕЙДЕРСКОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА г.САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



Е.А. Мурзинов,
главный государственный инспектор
(Управление Северо-Западного округа Госгортехнадзора России)

К числу опасных производственных объектов, строительство и последующая эксплуатация которых связаны с повышенной опасностью для зданий и сооружений в условиях интенсивной городской застройки г.Санкт-Петербурга, относятся строящиеся подземные транспортные тоннели метро и канализационный коллектор.

При строительстве таких объектов маркшейдеры должны выполнять высокоточные работы по перенесению проекта комплекса сооружений в натуру, обеспечение сбоек тоннелей, строгое соблюдение установленных габаритов, ведение по трассе щитов и эректоров, точное сопряжение всех конструктивных элементов и подземных транспортных узлов, как в пределах сооружаемой линии, так и между разными очередями строительства. Результаты этих работ должны находить соответствующее отражение в маркшейдерской документации.

Осознавая большую ответственность за возможные негативные последствия в случае недоста-

точного ведомственного маркшейдерского контроля, с 1999 г. служба охраны недр Управления Северо-Западного округа Госгортехнадзора России существенно усилила государственный надзор за объектами метро- и тоннелестроения. Проведены проверки маркшейдерских служб организаций, занятых строительством метро, в результате чего был выявлен ряд грубых нарушений:

- состояние первичной, вычислительной и текущей графической документации, отображающей ход строительства, было вне критики;
- отсутствовал обязательный перечень маркшейдерской документации, состоящий из журналов измерений, вычислительной и графической документации;
- все вычисления велись небрежно в одной книге, точнее в двух, которые назывались «1-ая рука» и «2-ая рука». Разобраться в них было не так-то просто, если нет рядом исполнителя, так как они не были должным образом оформлены и подписаны.

Результаты маркшейдерских проверок шахтных подъемных комплексов выполнялись без анализа результатов маркшейдерского инструментального контроля. Главные специалисты (главный инженер и главный механик) не участвовали в рассмотрении итогов маркшейдерского инструментального контроля по шахтным подъемным комплексам (это следовало из актов о выполненных работах, в которых отсут-

вовали подписи главных специалистов).

Допускалась эксплуатация подъема при сужении колеи между направляющими проводниками, а также зазоров между проводниками и башмаками клетки. Однако ни в таблице, ни в книге маркшейдерских указаний не было замечаний и предложений по их устранению.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности, а также за деформациями подземных сооружений осуществлялись без анализа результатов, не делались выводы о соответствии или несоответствии проектным данным и требованиям правил безопасности.

Не все специалисты маркшейдерских служб имели специальное маркшейдерское образование, в ряде случаев отсутствовали Положения о маркшейдерской службе и должностные инструкции ее работников.



Маркшейдерские службы в своей работе использовали только «Инструкцию по геодезическим и маркшейдерским работам при строительстве транспортных тоннелей» ВСН 160-69 и не признавали «Инструкцию по производству маркшейдерских работ», несмотря на то, что она утверждена Госгортехнадзором России в 1985 г. и является обязательной, в том числе для организаций, ведущих строительство подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых. Таким образом, не выполнялись условия лицензий по производству маркшейдерских работ, в которых в п. 1 записано, что в своей работе маркшейдерские службы должны руководствоваться «Инструкцией по производству маркшейдерских работ».

В соответствии с требованиями ВСН 160-69, маркшейдерские службы вели и продолжают вести маркшейдерские книги, в которые заносятся ежедневные задания и данные об их исполнении. По требованиям «Инструкции по производству маркшейдерских работ» горное предприятие должно иметь «Книгу маркшейдерских указаний», в которую главные и участковые маркшейдеры должны записывать выявленные отклонения от проекта ведения горных работ и необходимые предупреждения по вопросам, входящим в компетенцию маркшейдерских служб, обязательных для выполнения должностными лица-

ми, которым они адресованы. Исполнение этих указаний должно регулярно контролироваться главным инженером предприятия. На деле же в маркшейдерских службах была принята произвольная форма книг маркшейдерских указаний, которая не предусматривала обязательного ознакомления с ними ИТР участков, а в необходимых случаях и руководства СМУ, отсутствовали конкретные указания по устранению замечаний специалистов, ознакомленных и ответственных за устранение нарушений. Предрасчеты сбоек документально не оформлялись, не анализировались причины повторяющихся замечаний маркшейдерских служб, не определялись и не принимались эффективные меры по их предупреждению (например, по качеству опалубки). Т.е., выражаясь языком «Закона о промышленной безопасности опасных производственных объектов», не производился анализ инцидентов. Важным положительным моментом в работе метростроителей, несмотря на указанные выше многочисленные нарушения, было отсутствие на протяжении десятков лет горнопроходческих работ аварий и инцидентов, связанных с некачественным маркшейдерским их обслуживанием и высокая точность сбоек.

По результатам проверок было проведено совещание при заместителе начальника Управления округа, на которое были приглашены главные инженеры и главные маркшейдера всех организаций, строящих метро. На этом совещании была дана соответствующая оценка состоянию маркшейдерского обеспечения промышленной безопасности на объектах метростроения и было предложено руководству ОАО «Метрострой» принять должные меры по приведению маркшейдерского обеспечения работ и объектов в полное соответствие требованиям правил, норм безопасности, ВСН-160-69 и «Инструкции по производству маркшейдерских работ».

В результате проведенной работы все организации, занятые строительством подземных транспортных тоннелей разработали и согласовали с Управлением округа Положения о маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности. По нашему требованию в приложениях к «Положениям...» стал содержаться перечень обязательной маркшейдерской документации, которая должна вестись в организации, и периодичность ее пополнения. Повторные проверки показали, что документация, в которой фиксируются результаты инструментальных замеров, в частности по шахтным подъемным комплексам, стала вестись значительно лучше, а именно:

- результаты профилирования проводников отражаются на вертикальных разрезах и планах сечений по стволу;
- указывается техническая характеристика ствола;
- табличные материалы замеров зазоров безопасности выполняются с указанием допустимых значений, поэтому таблицы понятны и читаемы;
- акты о выполненной работе по проверке состояния шахтного подъемного комплекса вы-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

полняются с анализом результатов маркшейдерского инструментального контроля. Акты подписываются главным маркшейдером, главным инженером и главным механиком.

Отдельного разговора заслуживает тема строительства подземного тоннеля с целью восстановления сквозного движения метрополитена в г.С.-Петербурге в 2002 г., где неверные проектные решения и нарушения установленных требований по маркшейдерскому обеспечению горнопроходческих работ потребовали корректировки проекта и существенно изменили график строительства крайне важного объекта для города.

В конце 1995 г. аварийная ситуация на участке "Размыв", характеризуемого сложными геологическими условиями, привела к вынужденному затоплению тоннелей между станциями "Лесная" и "Площадь Мужества". В результате этого около 6-ти лет от центральной части города остаются отрезанными 5 станций метро с пятью перегонами общей длиной 9,6 км. Жизнь жителей одного из северных районов г.С.-Петербурга существенно осложняется, поскольку передвижение пассажиров метро на аварийном участке происходит в постоянно переполненном наземном транспорте.

В октябре 1997 г. по решению городской администрации был организован конкурс подрядных работ по проходке тоннелей в зоне "Размыв", победителем которого стала совместная итало-шведская фирма "Импреджило". При строительстве коллектора метро эта фирма предложила применить не имеющую аналогов в России технику и технологию проходки тоннелей, включая тоннелепроходческий механизированный комплекс с бентонитовым пригрузом забоя

ОАО "Метрострой", которое до появления фирмы "Импреджило" являлось головной организацией, производившей строительство объектов метро в г.С.-Петербурге, приняло определенное участие и в строительстве объектов для "Импреджило". В конце декабря 1999 г. смонтировано и без замечаний по акту передано в эксплуатацию фирме "Импреджило": подходной тоннель; ствол шахты 213 "бис" для монтажа проходческого щита и строительства тоннелей, а также стартовая камера, из которой должно было начинаться строительство тоннеля. Задание на проектирование было предварительно согласовано с заказчиком.

В конце марта 2002 г. Управлением Северо-Западного округа Госгортехнадзора России была проведена плановая проверка маркшейдерского обеспечения промышленной безопасности при ведении горнопроходческих работ фирмой "Импреджило". Проверка совпала во времени с поступившей информацией об имеющихся в процессе проходки отклонениях фактического положения тоннеля от проектного: в профиле – почти на 1 м и в плане – на 2 м, при длине пройденного участка – 130 м.

Результатом обследования явилась приостановка горнопроходческих работ на 4 мес., что повлекло выплату российской стороне-заказчику строи-

тельства большой неустойки за срыв сроков строительства. В ходе расследования установлено, что причинами данного инцидента явились:

Некорректное положение стартовой камеры, как в профиле, так и в плане. Это выразилось в том, что ее ось была запроектирована не по хорде к кривой начального участка трассы тоннеля, а по касательной. В профиле камера была запроектирована горизонтально без требуемого уклона вверх по направлению проходки, способного компенсировать погружение головной части тоннелепроходческого механизированного комплекса (ТПМК) на начальном этапе проходки под действием собственного веса. Проектировщиком (фирма "Геодата") не были учтены геологические особенности района работ.

Грубые нарушения по части маркшейдерского обслуживания горнопроходческих работ. Так, ТПМК вышел из стартовой камеры в начале декабря 2002 г. и согласно записям в книге маркшейдерских указаний уже при втором замере положения головной части щита (21.12.02 г.) имелись отклонения в плане и профиле больше допустимых значений. Однако в книге маркшейдерских указаний соответствующих записей не делалось. В щитовом журнале не было подписей исполнителей со стороны маркшейдерской службы. Следует отметить и то, что о начале горнопроходческих работ служба охраны недр Управления округа информирована не была, что является следствием пробела в существующей нормативной базе, связанной со строительством подобных сооружений.

Учитывая то, что управление ТПМК производилось с помощью компьютера, с программным обеспечением, разработанным на английском языке, его работоспособность до начала горнопроходческих работ оценить силами специалистов Управления округа было практически не возможно. Тот факт, что после инцидента программное обеспечение было срочно заменено на новое, говорит сам за себя.

Говоря в целом о работе фирмы "Импреджило" на российской территории и о произошедшем инциденте, следует подчеркнуть, что общую ситуацию на объекте строительства коллектора метро осложняет то, что по условиям контракта Комитет по транспорту администрации г.С.-Петербурга, являющийся заказчиком, не имеет права осуществлять контроль за качеством выполняемых работ в процессе строительства, претензии по качеству работ могут предъявляться только при передаче законченного строительством объекта.

С учетом происшедшего инцидента и с целью усиления роли маркшейдерской службы Управление округа потребовало от фирмы "Импреджило" пересогласования "Положения о маркшейдерской службе" при ведении горнопроходческих работ. В итоге в "Положении..." предусмотрена система контроля качества маркшейдерских работ, включающая в себя несколько видов контроля: входящий, операционный (рабочий), инспекционный и вневедомственный. «Положением...» предусмотрено, что вневедомственный контроль осуществляет маркшейдерская служба представителя заказчика – ОАО "Метрострой". Один

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

из наиболее активных маркшейдеров данной организации оформлен внештатным инспектором Управления округа. В итоге создана система контроля, предполагающая, что обо всех превышающих допустимые отклонения от проектного профиля трассы тоннеля (в случае их появления) Управление округа будет получать информацию в оперативном порядке. "Положением" определен перечень основной маркшейдерской документации, которая должна вестись на объектах тоннелестроения, и установлены сроки ее пополнения, что должно значительно повысить эффективность вневедомственного контроля и государственного надзора. Кроме того, Управление округа установило повышенную частоту проверок маркшейдерского обеспечения фирмой «Импреджило» – не реже одного раза в полугодие.

В результате принятых мер по состоянию на конец апреля 2003 г. ТПМК не имел в процессе дальнейшей проходки почти всего первого однопутного тоннеля отклонений от проектной трассы выше допустимых.

Ниже приводится «Рекомендованная форма книг маркшейдерских указаний для предприятий», подконтрольных Управлению Северо-Западного округа Госгортехнадзора России, которая возникла в результате анализа выявленных нарушений в маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности на объектах подземного транспортного строительства. Она позволяет отслеживать ход выполнения маркшейдерских указаний, и предложена к применению, в том числе на горнодобывающих предприятиях Северо-Западного округа.

Рекомендованная форма книг маркшейдерских указаний

№№ п/п	Содержание указаний	Должность и подпись лица их выдавшего	Подписи лиц, ответственных за принятие мер по устранению нарушений	Перечень мероприятий, необходимых для реализации указаний	Подпись главного инженера, подтверждающая его ознакомление с содержанием указаний и мероприятиями	Отметка о фактическом выполнении мероприятий ответственным лицом предприятия
1.						
2.						

О.Л.Лиферова

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ (НИП – «ИНФОРМАТИКА»)

Использование компьютерных технологий в повседневной работе предприятий – это требование сегодняшнего дня, ибо только компьютерные технологии обеспечивают быструю и эффективную обработку данных, что, в свою очередь, позволяет принимать быстрые и эффективные решения.

При выборе программных средств важен комплексный подход к решению задач всего предприятия, поскольку набор программ, каждая из которых предназначена для решения какой-то одной проблемы, зачастую не облегчает работу, а наоборот затрудняет, поскольку возникают трудности при обмене данными.

Для подготовки горно-графической документации целесообразнее выбрать многофункциональный графический редактор, а для решения специальных задач - приложения к нему. Одним из самых мощных и широко известных графических редакторов является AutoCAD, поэтому рассмотрим два совместимых с ним продукта для автоматизации маркшейдерских работ:

- **SurvCADD**
- **Carlson Survey**

Краткие характеристики этих продуктов представлены в таблице:

Название	Краткая характеристика
SurvCADD Приложение к AutoCAD. Имеет модульную структуру. Каждый модуль поставляется отдельно, что позволяет выбрать оптимальную конфигурацию рабочего места.	Состав модулей: <u>COGO</u> – ввод и обработка данных съемки, площадные объекты; <u>DTM</u> – построение поверхностей, вычисление объемов, проектирование съездов, отвалов, котлованов; <u>Section/Profile</u> – проектирование профилей и поперечных сечений линейных сооружений; <u>Hydrology</u> – анализ гидрологической ситуации, проектирование прудов, сливов; <u>Mining/Advanced Mining</u> – геология, технология открытых и подземных работ; <u>GIS</u> – элементы ГИС.
Carlson Survey Включает в себя ядро AutoCAD, что существенно снижает стоимость рабочего места.	- ввод и обработка данных съемки, площадные объекты; - построение поверхностей; - вычисление объемов; - проектирование съездов, отвалов, котлованов; - построение профилей; - элементы ГИС.

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Рассмотрим, как с использованием этих продуктов, могут быть автоматизированы основные маркшейдерские работы:

1. Ввод данных съемки и их обработка

C and G
Caice
Carlson
Fieldbook
Geodimeter
Leica
Maptech
MDL Laser
Nikon
PC COGO
SMI
Sokkia SDR
SurvCOGO
SURVIS
TDS
Topcon
3TA5

SurvCADD и Carlson Survey позволяют вводить в рисунок AutoCAD данные съемки тремя способами: непосредственно с электронных накопителей различных типов, в электронной таблице, в командной строке. В таблицу можно импортировать данные из файлов, уже скачанных с приборов, в том числе и с ЗТА5, а можно заполнить ее по записям полевого журнала. Вид таблицы напоминает страничку полевого журнала. Введенные точки и линии съемки отображаются на экране по мере ввода, что позволяет легко обнаружить ошибку. При необходимости данные уравниваются, а затем выводятся в рисунок AutoCAD. Обе

системы включают очень полезную команду Поле – Рисунок, которая может автоматически соединить точки с одинаковым кодом (код присваивается при съемке), а также вставить условные обозначения. Это значительно облегчает процесс обработки данных. Обе системы содержат также удобный геодезический калькулятор для определения местоположения точек по углу и расстоянию, делением или интерполяцией объекта, на разного рода пересечениях, по линейно-угловой обратной засечке. Иногда возникает необходимость вставки точек из текстовых файлов. В SurvCADD и Carlson Survey можно настроиться на формат исходного файла с точками. По введенной информации можно построить поверхность, вывести горизонталь и просмотреть ее в 3-х мерном пространстве.

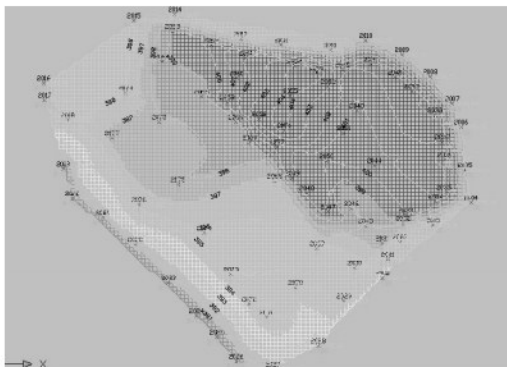


Рис. 1. Построенная по точкам поверхность

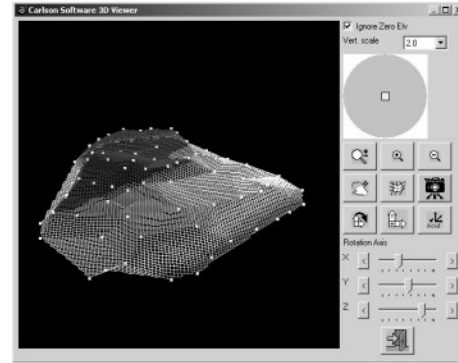


Рис. 2. Просмотр в 3D

2. Формирование плана горных работ

Это одна из основных задач маркшейдерской службы. В SurvCADD и Carlson Survey планы формируются **автоматически** по мере ввода данных съемки отработанных участков. Линии верха и подошвы уступов рисуются по команде Поле-Рисунок, координатная сетка наносится также по команде SurvCADD (Carlson Survey), а штриховка и надписи выполняются уже средствами AutoCAD.

На начальном этапе можно использовать отсканированный существующий план. Вставленное в рисунок AutoCAD изображение плана используется либо как подложка, либо для оцифровки и последующего построения существующей поверхности. Однако надо иметь в виду, что для получения достоверного результата необходимо устранить нелинейные искажения, возникающие при сканировании. Это легко можно сделать с помощью таких программ, как Raster Desk и Spotlight, которые являются лидерами отечественного рынка среди программ для обработки растров.

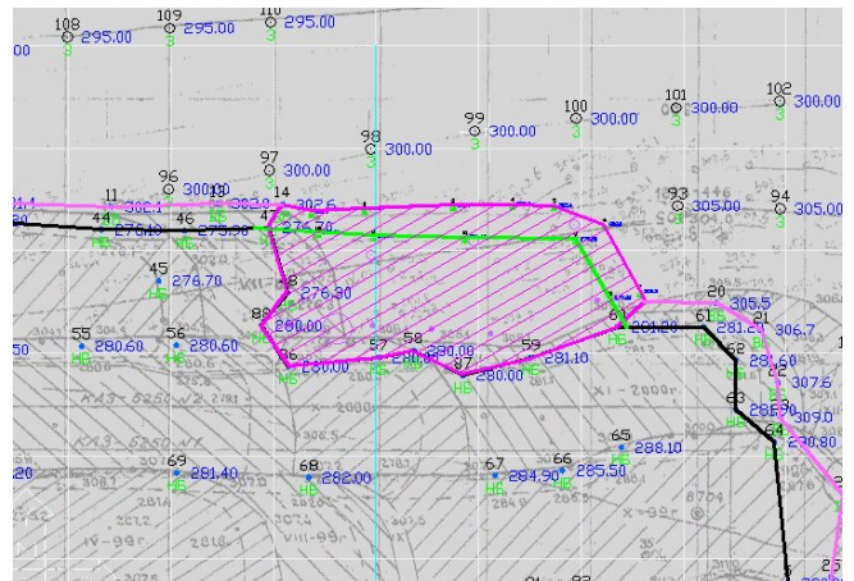


Рис. 3. План горных работ

Подсчет объемов добычи и вскрышных пород

SurvCADD и Carlson Survey работают с 3-х мерными моделями поверхностей, представленными в виде сеток, и на основе этих моделей вычисляют

объемы. Для определения объемов сначала надо построить сетки начальной и конечной поверхностей, а затем задать периметр, внутри которого следует выполнить подсчет объемов. Например, можно построить сетку исходной поверхности с использованием отсканированного существующего плана. Далее наносятся линии верха и низа уступа отработанного блока, строится новая поверхность с учетом сделанных изменений, задается контур отработанного блока, и считаются объемы. Обе системы предлагают встроенные средства визуализации.

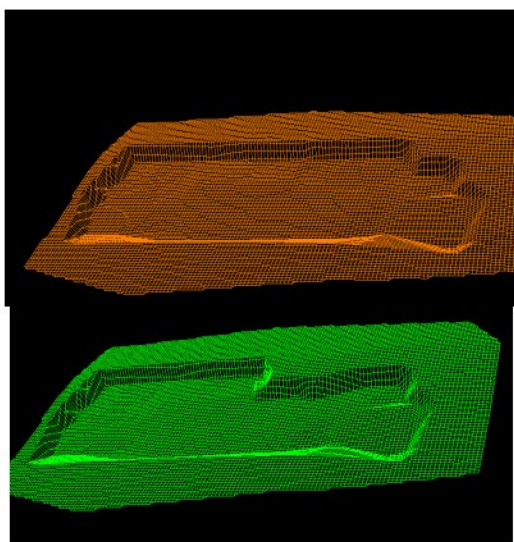


Рис. 4. 3-х мерные изображения существующего рельефа и рельефа после отработки блока

4. Построение профилей разрабатываемого карьера

Исходными данными для построения профиля являются 3-х мерная модель поверхности и линия, по которой строится профиль. Поверхность строится по данным (точки, структурные линии), которые вводятся на этапе формирования плана горных работ. В качестве линий сечений берут, как правило, параллельные отрезки, проведенные через заданный интервал, хотя рассматриваемые системы позволяют строить профили по любой полилинии. Профиль по текущей поверхности можно совместить с профилями, построенными ранее и, таким образом, получить еще один необходимый графический документ.

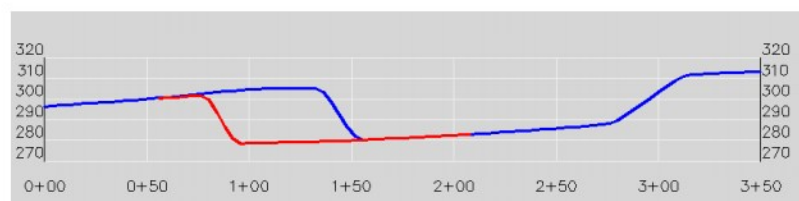
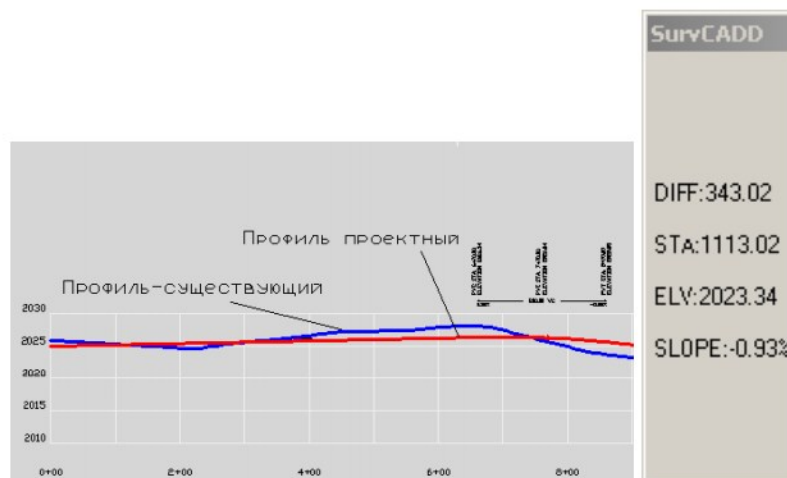


Рис. 5. Профиль

5. Проектирование профиля дороги

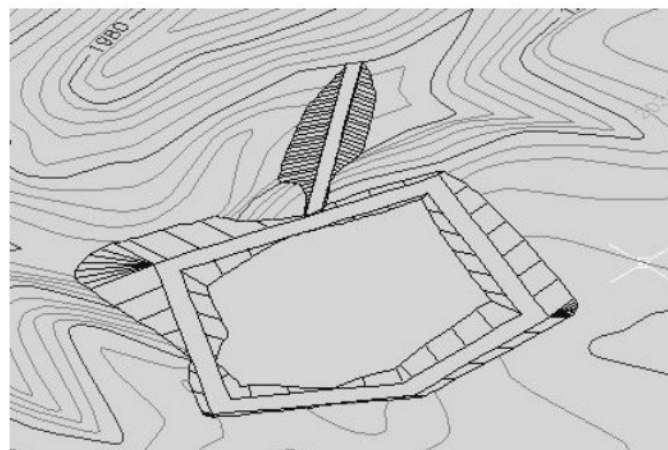
Проектирование профиля выполняется командами модуля Section/Profile системы SurvCADD. В

принципе, система позволяет проектировать дороги любых категорий. Профиль по существующей земле строится по схеме, описанной выше. Проектирование нового профиля ведется в интерактивном режиме. Для линейных участков указывается начальная и конечная точки (можно задавать длину) и уклон в процентах или высотой отметкой конечной точки. Для вертикальных кривых задаются длина или радиус.



6. Проектирование канав, отвалов, водоемов

Проектирование объектов этого типа выполняется как командами модуля DTM системы SurvCADD, так и в Carlson Survey по одной схеме: сначала в плане строится периметр, а затем указываются уклоны для выемки и насыпи. Линии пересечения с существующей землей строятся автоматически. Полученный объект вписывается в поверхность и может быть визуализирован в 3D. Имеется возможность автоматически определить высотные отметки проектируемого объекта таким образом, чтобы соблюдался баланс выемка – насыпь. Для проектирования пойменных и нагорных водоемов в SurvCADD включены специальные команды.



7. Буровзрывные работы

Для обслуживания буровзрывных работ в системе SurvCADD (модуль Advanced Mining) имеется команда для размещения взрывных скважин и фор-

К 300-ЛЕТИЮ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

мирования отчета по ним. Скважины могут быть как прямыми, так и наклонными. В отчет включаются координаты скважин и высотные отметки поверхности и подошвы. Следует отметить, что в систему включен генератор отчетов, который позволяет формировать вид отчета. Результат можно вывести в текстовый файл или в файл Excel.

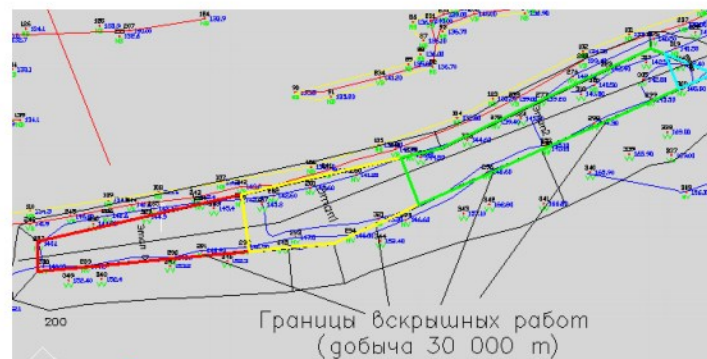
8. Планирование развития горных работ

Команды определения границ вскрышных работ для получения заданных объемов добычи включены в систему SurvCADD (модуль Advanced Mining). В отличие от описанных выше задач, планирование требует создание геологической модели месторождения. В SurvCADD геологическая модель представляет собой набор сеток подошв пластов. Сетки строятся по скважинам, которые необходимо вставить в рисунок. Для каждой скважины задаются координаты, высотная отметка устья и данные по пластам: имя, мощность (или глубина, или отметка) подошвы или кров-

ли, а также геологические характеристики (зольность, влажность и т.п.). Количество характеристик не ограничено. В отличие от большинства систем, решающих задачи землеустройства, в SurvCADD для моделирования поверхностей используется не только метод триангуляции, но также методы обратных расстояний, Кригинга, полиномиальный и наименьших квадратов. Это делает его более предпочтительным для построения сеток пластов.

После создания набора сеток пластов, задается граница и направление разработки участка. На этом подготовка данных для определения границ вскрышных работ заканчивается. Остается выполнить всего одну команду, в результате работы которой на экран будут выведены границы и сформирован отчет. При формировании отчета можно воспользоваться возможностями генератора и вывести в отчет только требуемую информацию. На рисунке представлены границы, полученные в результате работы команды, а также один из вариантов отчета.

Этап	Пласт	Уголь	тонны	Вскрыша м.куб.	Коэффициент вскрыши
0	VN				3.3
0	VN6	30,003.8		51,264.6	1.7
1	VN			2,699.2	
1	VN6	30,003.4		58,704.0	2.0
2	VN			9,239.8	
2	VN6	29,997.7		65,831.6	2.5
3	VN			607.7	
3	VN6	1,484.7		3,525.3	2.8
Grand Total		91,489.7		191,875.5	2.1



Рассмотренные выше примеры, конечно, не охватывают всех функциональных возможностей системы SurvCADD, с помощью которой можно решать самые различные задачи проектирования в горно-рудной промышленности и строительстве. Так, модуль Advanced Mining рекомендуется для установки на рабочих местах ведущих маркшейдеров, геологов и технологов горного производства, модуль Section/Profile – для проектировщиков линейных сооружений и т.д. Модульная структура дает самые широкие возможности для комплектации рабочих мест.

Carlson Survey содержит часть команд

SurvCADD, связанных с обработкой данных съемки и работой с поверхностями. Система содержит ядро AutoCAD (последняя версия содержит AutoCAD 2002 OEM), позволяющее выполнять основные команды AutoCAD. Учитывая невысокую стоимость Carlson Survey, его можно рекомендовать для оснащения рабочих мест участков маркшейдеров, для небольших геодезических компаний и для всех строительных фирм, ведущих изыскания на местности. Компания Sokkia, широко известный производитель геодезического оборудования, недавно объявила о начале поставок этого программного продукта.

О.Л. Лиферова (НИП-Информатика, г.С.-Петербург),
Тел: 812 + 118 6211, 370 1825, e-mail: olga@nipinfor.spb.su

О ЧЕМ СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ ПРОРЫВ ВОДЫ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ШАХТЫ «ЗАПАДНАЯ» ООО «РОСТОВУГОЛЬ», ПРОИСШЕДШИЙ 1 ФЕВРАЛЯ 2003 ГОДА

1 февраля 2003 г. на шахте «Западная» ООО «Ростовуголь» произошла авария, связанная с прорывом воды через блоковой вентиляционный ствол №1, приведшая к частичному затоплению подготовительных и очистных выработок по пласту i_3^H и прекращению добычных работ на этой шахте.

Поле шахты «Западная» расположено на территории г.Новошахтинска Октябрьского района Ростовской области в пределах Шахтинско-Несветаевского угленосного района Донбасса.

В тектоническом отношении поле шахты «Западная» находится в западной части Шахтинско-Несветаевской синклинали. Эта синклиналь представляет собой асимметричную складку-шарнир, который погружается в юго-восточном направлении под углом 1-5°. Южное крыло синклинали пологое (15-25°), на северном крыле преобладают углы падения 34-45°.

В геологическом строении угленосного района принимают участие отложения каменноугольного, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Каменноугольные отложения представлены всеми свитами среднего карбона ($C_2^1 - C_2^7$), в литологическом составе которых преобладают сланцы и песчаники всех разновидностей, подчиненное значение имеют известняки и угли. Промышленная угленосность наиболее развита в свитах C_2^4 и C_2^5 общей мощностью до 830 м.

Несветаевская свита C_2^5 представлена:

- рабочим пластом K_2^1 мощностью 1,6-1,8 м, который на нижних горизонтах раздваивается на две пачки, разрабатываемые отдельно;
- пластами K_2^c и K_2^H мощностью 0,65-0,8 м (рабочую мощность эти пласты имеют на локальных участках), расположенными стратиграфически ниже пласта K_2^1 на 80-85 м.

Степановская свита C_2^4 представлена:

- пластом i_3^β мощностью 0,7-0,9 м, имеющим рабочую мощность и кондиционные по зольности запасы на локальных участках (работы по пласту в настоящее время не ведутся);
- пластом i_3^H мощностью 0,6-1,3 м, который залегает на 15-18 м стратиграфически ниже пласта i_2^β и является основным рабочим пластом;

- пластом i_2^β мощностью 0,65-0,9 м, вскрытым на поле шахты «Западная» двумя квершлагами и блоковым вентиляционным стволом №1 (очистные работы по пласту не велись).

Конкретизируя шахтное поле шахты «Западная» в данной части синклинали, отметим, что на значительной части ось синклинали проходит по линии, делящей шахтное поле по простиранию практически на равные части (рис. 1).

Простирание вмещающих пород (карбона) – восточное – юго-восточное, падение – юго-западное, моноклиналиное. Углы падения пород на выходе достигают 3-5°, а к оси синклинали, т.е. в данной ее части, происходит выполаживание до 0°.

Шахта «Западная» сдана в эксплуатацию в 1938 г. В период временной оккупации в годы Великой Отечественной войны шахта была затоплена.

Восстановлена в 1945 г. Отрабатывала пласты K_2^1 ,

K_2^c и K_2^H Несветаевской свиты C_2^5 . В связи с отработкой запасов указанных пластов в 1968 г. была произведена реконструкция шахты. С этой целью на действующей промплощадке шахты были пройдены главный №2 и вспомогательный №2 стволы до пластов i_3^H

и i_3^β Степановской свиты, расположенных стратиграфически ниже Несветаевской свиты на 350-400 м. Производственная мощность шахты после реконструкции составила 1300 тыс.т угля в год, а на момент аварии – 800 тыс.т угля в год.

В 1995 г. в центральной части шахтного поля пройден блоковой вентиляционный ствол №1.

Таким образом, шахтное поле по пласту K_2^1 вскрыто двумя стволами (главным и вспомогательным) и четырьмя шурфами, расположенными на флангах. После отработки пластов K_2^1 , K_2^c и K_2^H в 1994 г. перечисленные стволы и шурфы были ликвидированы.

Пласты i_3^H и i_3^β вскрыты четырьмя действующими вертикальными стволами: центрально-двоенными (главным и вспомогательным), блоковым вентиляционным №1 и воздухоподающим. Главный №2 и вспомогательный №2 стволы диаметром соответственно 6,5 и 6,0 м пройдены на основной откатный горизонт пласта i_2^H с абсолютной отметкой – 474 м. Вентиляционный ствол №1 и воздухоподающий ствол диаметром 6,0 м каждый, пройдены до пласта i_2^β .

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

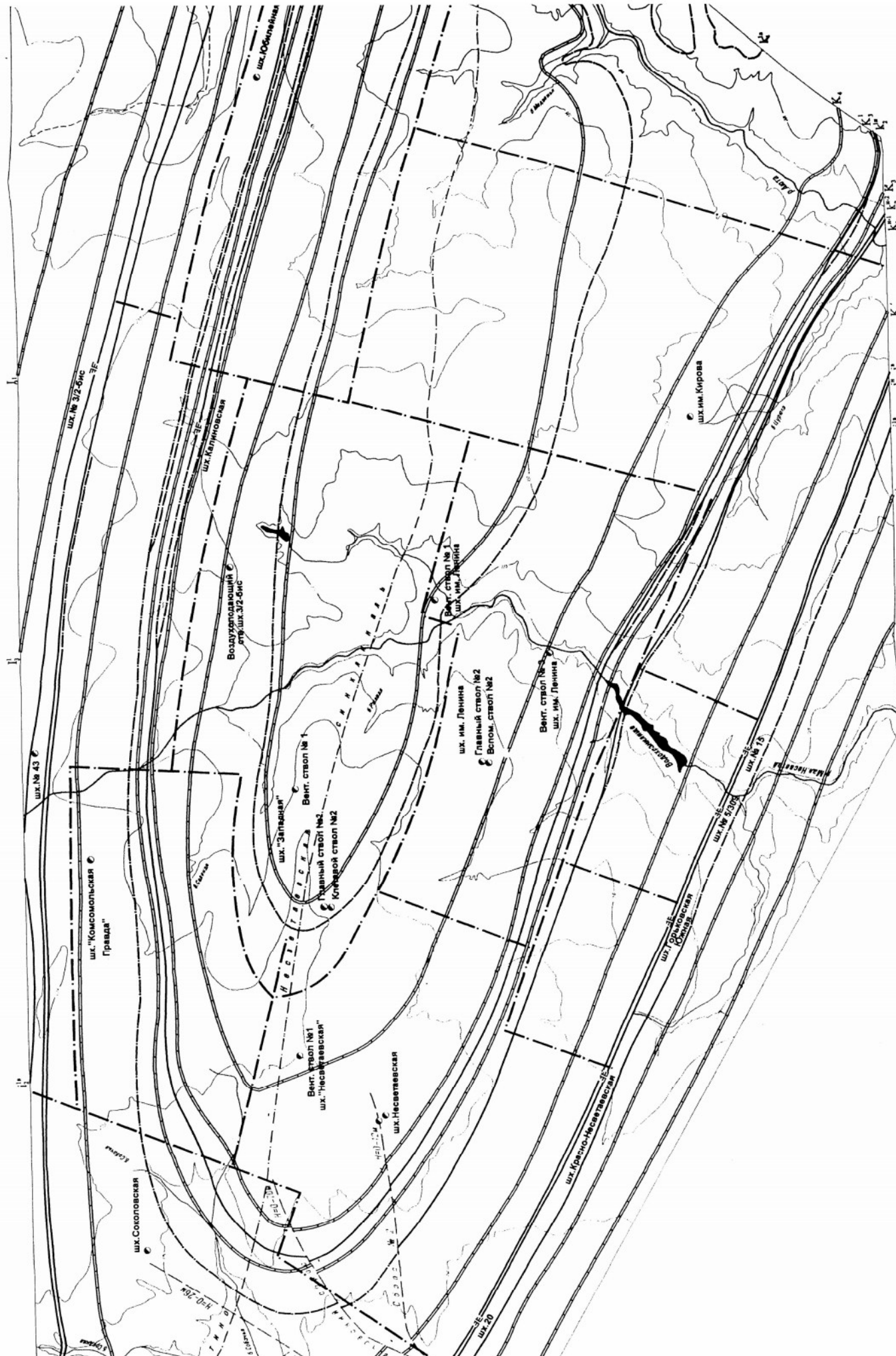


Рис. 1. Геологическая карта месторождения антрацита Восточного Донбасса. Новошахтинский район

Следует подчеркнуть, что блоковой вентиляционный ствол №1 глубиной 810 м закреплен монолитным бетоном и армирован до горизонта пласта i_3^H (вентиляционный квершлаг №1, абсолютная отметка – 549 м). На отметке 7 м ниже почвы вентиляционного квершлага №1 ствол перекрыт металлическим потолком. После ликвидации шахты «Степановская» воздухопадающий ствол этой шахты передан шахте «Западная» и используется для подачи свежего воздуха в шахту. В дальнейшем ствол будет использован для выдачи шахтного водопритока.

Подготовка шахтного поля панельная и погоризонтная. Размеры панели 1,7-1,8 км по простиранию и 1,3 км по падению. Система разработки – длинными столбами по простиранию и восстанию (падению).

Геологическое строение, гидрогеологические условия и размеры Шахтинско-Несветаевской синклинали таковы, что неизбежно возникает вопрос о комплексном проекте на разработку недр этого угленосного региона. Но такой проект не был разработан, да и его разработка непредусмотрена нормативно-техническими документами. Правда, в угольной промышленности существовала практика раскройки шахтных полей по месторождениям головными проектными институтами. Для российского Донбасса таким институтом был «Ростовшахтпроект».

Если взглянуть на схему расположения шахтных полей в пределах Шахтинско-Несветаевской синклинали, то можно убедиться, что шахта «Западная» окружена множеством действующих и уже ликвидированных шахт.

В настоящее время пласты Степановской свиты разрабатываются (в основном i_2^B) шахтой «Западная», шахтой им. Ленина и шахтой им. Комсомольской правды.

В конце 70-х годов работы по пластам K_2^C и K_2^H были полностью прекращены в связи с отработкой запасов, и началось затопление горных выработок по этим пластам. После полного затопления выработок в начале 80-х годов вода через гезенк, расположенный на людском ходке восточного уклона шахты «Западная», вышла на пласт K_2^1 .

Пласт K_2^1 отработывали шахты «Западная-капитальная», «Коминтерновская» им.Горького, им.Ленина, №5 Несветаевская, им.Кирова и множество мелких шахт на выходах пластов под наносы. Работы велись с 1928 до 1984 гг. до ликвидации шахты им. Кирова.

Все шахты сбиты между собой с целью перепуска воды на построенный групповой водоотлив «Кошкинский», расположенный в нижней части Несветаевской синклинали на отметке –162 м в околоствольном дворе вентиляционного ствола №1 шахты им.Ленина.

Приток воды на этот водоотлив составлял в среднем $1700 \text{ м}^3/\text{ч}$, а в период паводка $2300 \text{ м}^3/\text{ч}$. При

нормальном функционировании «Кошкинского» водоотлива отработанный пласт K_2^1 не затапливался, и ничего не предвещало катастрофических последствий.

Безаварийная работа «Кошкинского» водоотлива была одной из актуальнейших задач, как для шахты им.Ленина, так и для ОАО «Ростовуголь», так как даже элементарный анализ показывал, что при выходе его из строя будет затоплено выработанное пространство пласта K_2^1 и шахта «Западная» окажется под нависшим над ней «океаном» воды.

Беда не заставила себя ждать. В результате ряда организационных и технических причин на «Кошкинском» водоотливе 4 апреля 1999 г. произошла авария: насосные установки были затоплены и водоотлив перестал функционировать. Затопление пласта K_2^1 несет повышенную опасность для ряда шахт района.

Дело в том, что затапливаемый пласт пересекают семь вертикальных стволов (рис. 2) действующих шахт («Западная» (4 ствола), им. Ленина (3 ствола)) и большое количество геологоразведочных скважин, имеющих неудовлетворительный тампонаж. И не было бы в этом никакой беды, если бы стволы имели бы вокруг себя предохранительные целики. Но дело в том, что некоторые стволы фактически пересекали выработанное пространство пласта K_2^1 . Для выводов нет необходимости детально описывать условия пересечения всеми стволами пласта K_2^1 . Остановимся на блоковом вентиляционном стволе №1, через который произошел прорыв воды в выработку пласта i_3^H шахты «Западная». Как видно на прилагаемой выкопировке из плана горных работ (рис. 3), ствол своим сечением пересекает горную выработку, пройденную по пласту K_2^1 .

Строительство блокового вентиляционного ствола №1 шахты «Западная-капитальная» велось в 1980-1985 гг. трестом «Шахтшахтострой» комбината «Ростовшахтстрой». Сечение ствола в свету составляет $28,3 \text{ м}^2$, в черне – $34,2 \text{ м}^2$. Проектная толщина бетонной крепи 300 м (в интервалах с неустойчивыми породами толщина бетонной крепи составляет 1,0-1,5 м).

При проходке ствола предварительный тампонаж пород выполнен по всему вертикальному разрезу ствола, за исключением интервала 287-311 м.

В 1983 г. на глубине 292,7 м забоем ствола было вскрыто зеркало подземных вод, связанное с затоплением горных выработок пласта K_2^1 . Стволом была вскрыта выработка по пласту K_2^1 (заезд из штрека №070 на уклон №3).

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

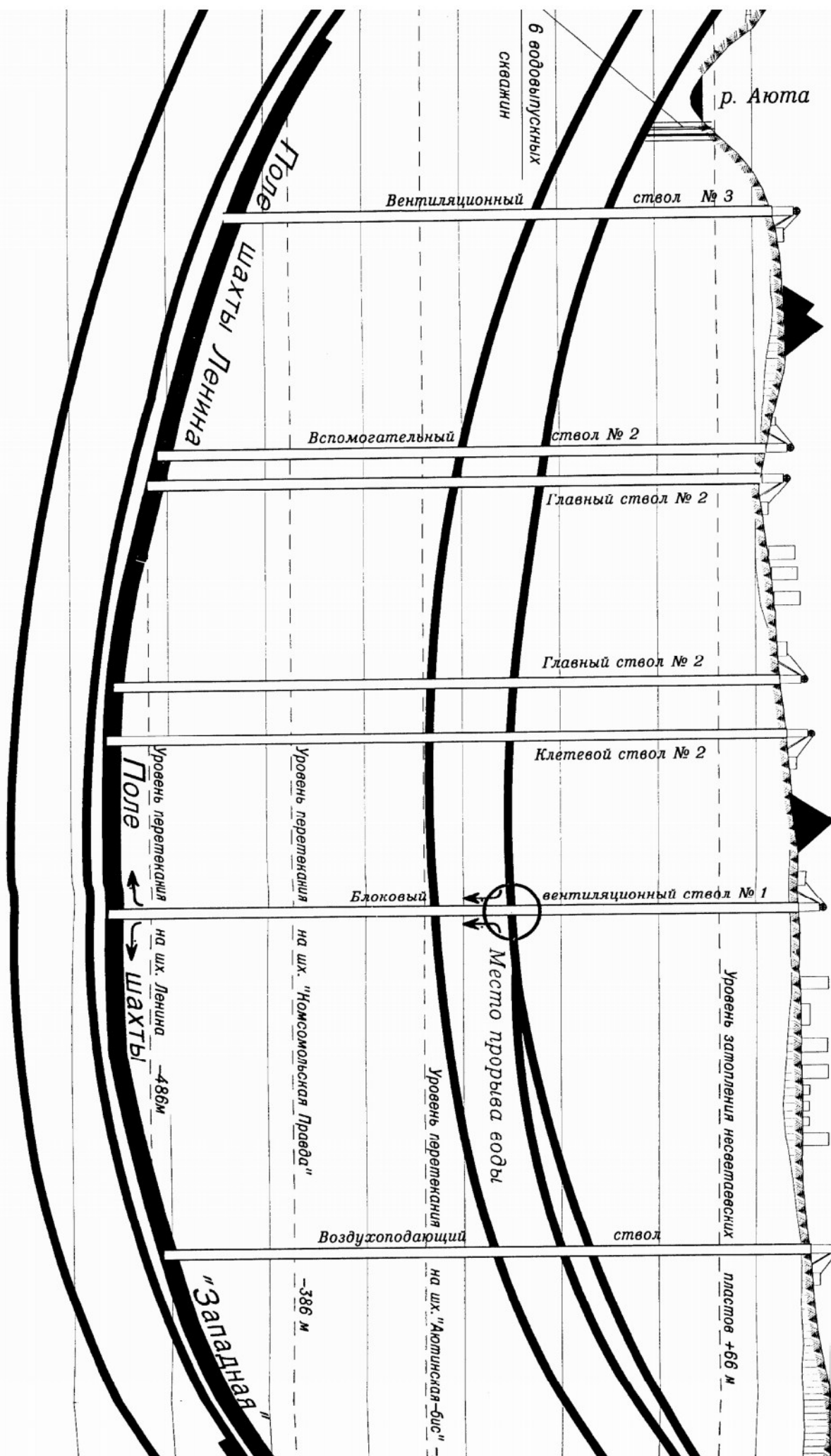


Рис. 2. Схематический разрез по месторождению антрацита Восточного Донбасса. Новошахтинский район

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

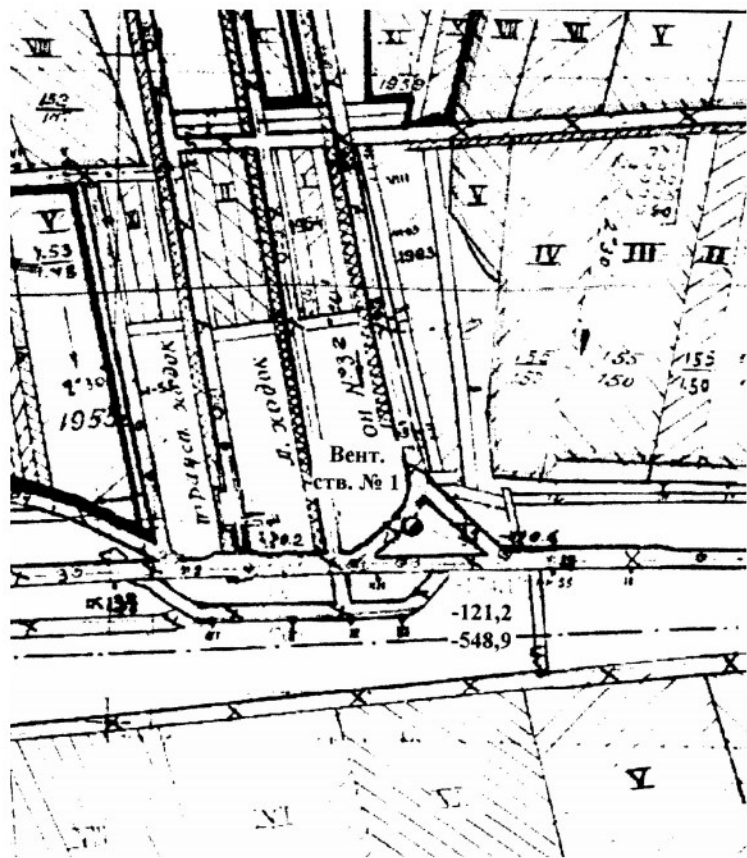


Рис. 3. Выкопировка с плана горных работ шахты «Западная» по пласту K_2^1 . М 1:2000

Для борьбы с водопритоком была сооружена камера водоотлива с двумя насосами (ЦНС-300/360 и ЦНС-4300/420). С 08.04.83 г. по 06.05.83 г. было откачено около 150 тыс.м³ воды и понижен уровень на 0,4 м. После окончания тампонажных работ интервал 292,7-311,7 м пройден без водопритока. После этого камера водоотлива изолирована от ствола бетонной перемычкой. Но акта и проекта на эти работы не обнаружено. Надо также отметить, что вскрытые горные выработки не заперемычивались и не закладывались. В принципе от выработанного пространства отгородились усиленным креплением. Тампонажные работы, по гидроизоляции выработок пласта K_2^1 выполнены в 1983-1984 гг. ПО «Спецтампонажгеология».

На первом этапе работ (май-август 1983 г.) в район выработки было подано 2894 м³ раствора в пропорции 100 кг цемента М400 на 1 м³ глинистого раствора, вместо 287 кг на 1 м³, предусмотренных требованиями «Руководства по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи», разработанного к главе СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки» ВНИМИ и ВНИИОМШС Минуглепрома СССР. Приток воды в ствол при этом составил 20 м³/ч.

На втором этапе (сентябрь 1983 г. – февраль 1984 г.) через семь скважин глубиной от 2 до 30 м, пробуренных по периметру ствола, был произведен повторный тампонаж подтопленных горных выработок пласта K_2^1 и пород почвы пласта. Объем закачанного тампонажного раствора составил 2422 м³. Оче-

видно этой работой остались удовлетворены, так как приток воды по стволу на протяжении 15 лет (до 1999 г.) оставался 4-6 м³/ч.

Но благодушное созерцание сложившегося состояния закончилось с аварией, которая произошла на «Кошкинском» водоотливе. Начался подъем уровня воды в выработках пласта K_2^1 , в том числе и в районе блокового вентиляционного ствола №1. Только понимание ненадежности ранее выполненного тампонажа побудило к проведению работ по его усилению.

В апреле 1999 г. в районе блокового вентиляционного ствола №1 были пробурены три разведочно-тампонажные скважины, в которые закачено 37565 м³ глино-цементного раствора (откаточный штрек № 070, восточный заезд на уклон №3, уклон №3). После тампонажных работ водоприток в ствол составил 5,1 м³/ч.

В заключении ГОАО «Спецтампонажгеология» об этих выполненных работах было сказано:

выполненные в скважине №2 исследования, показали, что сформированная противодиффузионная завеса выдерживает напор подземных вод 25 атм;

трещиноватый массив в кровле и в почве пласта $K_1/2$ затампонируется не был.

По состоянию на 01.08.2001 г. уровень подземных вод в затопленных выработках пласта K_2^1 в районе блокового вентиляционного ствола достиг отметки +62,4 м. Гидростатическое давление в затопленных выработках вблизи блокового вентиляционного ствола №1 составило около 18 атм при отметке пласта K_2^1 -121,2 м. Водоприток в ствол в интервале затопленных горных выработок пласта K_2^1 не установлен. Однако было отмечено увеличение водопритока из камеры водоотлива и из шпуров, пробуренных из ствола на расстоянии 0,5-1,0 м от боковых стенок камеры. Вода непосредственно из камеры истекала без напора, а из шпуров в виде сосредоточенных струй со значительным напором. При этом водоприток в ствол составил 35-40 м³/ч.

На этом работы по тампонажу не были прекращены, так как камера водоотлива находится забоем за пределами тампонажной завесы. При этом вмещающими камеру породами является песчаник в интервале глубин 274-287 м и песчаные сланцы основной кровли пласта.

С ноября 2001 г. по февраль 2002 г. согласно проекту по скважине №Ж5069 выполнены работы первого этапа: разбуривание тампонажного раствора в интервале 0-291,0 м; установка цементного моста в интервале 287,0-291,0 м; гидродинамические исследования методами расходомерии и восстановления уровня; нагнетание тампонажного раствора в интервале 273,0-287,0. Но приток воды при этом не уменьшился. По согласованию с заказчиком было принято

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

решение о нецелесообразности проведения работ второго этапа в связи с возможным гидрорасчленением массива и установления активной связи ствола и насосной камеры с затопленными горными выработками пласта K_2^1 .

В период с апреля по сентябрь 2002 г. выполнены работы по ликвидации водоотливной камеры путем нагнетания тампонажного раствора через заложенные в перемычке трубы и шпур, пробуренный в кровле камеры.

Фактический объем заложенного тампонажного раствора составил 275,5 м³. Однако и теперь уменьшения водопритока в ствол достигнуто не было.

Столь обстоятельное описание тампонажных работ по изоляции ствола от пересеченных им выработок пласта K_2^1 имеет своей целью показать, с одной стороны, их трудоемкость, а с другой стороны, неэффективность.

Следует подчеркнуть, что дополнительные тампонажные работы по гидроизоляции остальных стволов, пересекающих пласт K_2^1 после аварии на «Кошкинском» водоотливе также проводились в значительных объемах и только объем статьи не позволяет остановиться на них более подробно.

17.01.2003 г. в блоковом вентиляционном стволе №1 на 2 м ниже левого борта камер был обнаружен вывал крепи размером 0,25x0,25 м, и приток на этом участке увеличился до 30 м³/ч. Бетон крепи в месте вывала был низкой прочности, крошился в руках и способен был размываться потоком воды.

Далее приток воды возрастал, а размеры проема в крепи увеличивались. 01.02.2003 г. в 15⁰⁰ выше установленного пластыря вывалился кусок бетонной крепи размером 0,6x0,6 м, и появилась трещина длиной 2,3 м с раскрытием до 3 см. Общий приток по стволу зафиксирован в количестве 500 м³/ч. К 03.02.2003 г. в несветаевских пластах уровень воды отмечен на отметке +62,5 м. Средний водоприток к 10 часам составил 11000 м³/ч, а к 14⁰⁰ он достиг максимальной величины 30000 м³/ч. Шахта «Западная» стала под угрозой полного затопления и вывода из строя. Поэтому с 20⁰⁰ часов того же дня началась засыпка бокового вентиляционного ствола №1 крупноблочным песчаником, который добывался на соседнем карьере. Эти меры позволили значительно сократить приток воды в шахту.

По состоянию на 11⁰⁰ 05.02.2003 г. уровень затопления горных выработок шахты «Западная» находился на отметке -549 м (штрек №309), повышаясь со средней скоростью около 2 см³/ч, что соответствует притоку воды в шахту 1000 м³/ч.

После перехода на засыпку ствола перегоревшими породами из отвалов приток воды уменьшился до 50 м³/ч.

Необходимо отметить, что общий объем затопленных несветаевских пластов до отметки +50 м – 28,4 млн.м³. До отметки +68 м – ориентировочно 30 млн.м³.

При определенном развитии событий сложившаяся ситуация представляет серьезную опасность для ряда шахт района. Ведь шахта «Западная» гидравлически связана с шахтой им. Ленина, с шахтой «Комсомольская правда». Шахта «Западная» и ликвидированная шахта «Степановская» (ныне участок шахты «Западная») сбиты горными выработками. И в случае подъема уровня затопления шахты «Западная» до отметки -530 м возможно развитие процесса перетекания воды по штреку №307 шахты «Степановская» в шахту «Юбилейная» через междупластье $i_3^H - i_2^1$ мощностью 82 м на участке перекрытия очистных работ лавы №307 шахты «Степановская» и очистных выработок уклона №5 шахты «Юбилейная». А в случае подъема уровня затопления до -198,6 м начнется прямое перетекание воды по откаточному штреку №27 в шахту «Юбилейная». После затопления шахты «Юбилейная» до отметки -240 м возникнет переток через междупластье i_2^1 (шахты «Юбилейная») и i_3^H (шахты «Аютинская-бис»), пересеченное тектоникой, в шахту «Аютинская-бис».

Не следует также забывать и о том, что остальные шесть стволов шахты «Западная» и шахты им.Ленина могут при определенных обстоятельствах усугублять эту картину, которая окажется катастрофической для Шахтинско-Несветаевского угленосного района Ростовской обл.

Комиссия по техническому расследованию аварии, происшедшей 1 февраля 2003 г. на шахте «Западная» ОАО «Ростовуголь», назначенная приказом Госгортехнадзора России от 05.02.2003 г. №14, установила причины аварии и наметила меры по ее локализации и ликвидации.

Но цель настоящей статьи не переизложение обстоятельств и причин и мер по ликвидации аварии. Мы хотели бы затронуть вопрос, который не вошел в число причин, но от этого он не становится менее актуальным и важным.

Речь идет о нормативно-технических документах, по которым создавалась и многие годы работала угольная, да и вообще, добывающая промышленность. В принципе они были в основе своей ориентированы на длительную эксплуатацию месторождений, полную отработку запасов полезных ископаемых и на постепенную, а не на обвальную ликвидацию горнодобывающих предприятий.

Но развитие новых направлений в минерально-сырьевом комплексе страны показало, что действовавшие СНиПы, правила, нормы и другие нормативные документы должны были содержать барьеры, которые должны были бы препятствовать развитию той ситуации, которая сложилась на шахте «Западная».

Разработка крупных месторождений полезных ископаемых, на которых размещаются несколько горнодобывающих предприятий, должна осуществляться по комплексному проекту, который бы увязывал между собой возможные влияния или наоборот не допускал вредного влияния одного горнодобывающего предприятия на другое. Отсутствие общего проекта на разработку крупных месторождений приводит к

практически стихийному развитию ситуаций, грозящих серьезными, а порой и катастрофическими последствиями, чему ярким примером являются ситуации, возникшие в Ростовской области и в Кузбассе.

В горнодобывающих отраслях промышленности сложилась практика, согласно которой рядом расположенные предприятия сбиваются между собой. Делается это как будто под благовидным предлогом: объединение двух и более предприятий в одно, ускорение строительства нового, рядом расположенного с действующим предприятием (прохождение подготовительных и капитальных горных выработок и т.д.), упрощение системы подземного транспорта и т.д. Но дальше сиюминутных выгод ситуация не прорабатывается. Проходит время, многие предприятия ликвидируются, но будучи сбитыми между собой, они являются поставщиками огромного количества воды на действующее предприятие, создается и накапливается огромное количество воды в выработанном пространстве, которая является постоянной угрозой для действующей шахты или рудника. Сбитые между собой, например, рудники по добыче калийных солей или каменной соли не минуемо погибнут оба, если в один из них проникнет вода.

Ранее и в настоящее время проектирование строительства новых горнодобывающих предприятий ни в какой мере не увязывались с проблемами, которые могут возникнуть после ликвидации предприятия и которые могут быть не преодолимыми: это потеря большого количества запасов полезных ископаемых, нарушение экологического равновесия, постоянная угроза для проживающего вблизи населения и т.д. Если в проекте на строительство будут рассматриваться и меры по ликвидации горнодобывающего предприятия, то многие технические решения могут претерпеть кардинальные изменения. Например, раскройка шахтного поля должна быть такой, чтобы на любой момент ликвидации шахты или рудника оставшиеся запасы были бы пригодными для дальнейшей отработки. Во многих случаях пустую породу было бы целесообразней оставить под землей, чем выдавать ее на поверхность, в ряде случаев (например, при надежно изолированных шахтных полях) можно избежать откачки воды из затопленных выработок и т.д. Главное же, тем более в современных условиях, проект предприятия должен содержать часть, предусматривающий ликвидационные работы в процессе эксплуатации предприятия, что исключило бы казусные случаи, когда владелец шахты или рудника бросает предприятие на произвол судьбы, не вложив не копейки в его ликвидацию. Кроме того, объем ликвидационных работ по завершению отработки запасов будет значительно меньшим и неразорительно дорогостоящим.

Необходимо также законодательно обязать пользователей недр создавать ликвидационные фонды, средства которых должны использоваться исключительно на ликвидацию горнодобывающих предприятий, столь спонтанно осуществляемую в современных условиях.

Теперь о расположении на шахтном поле вертикальных горных выработок вообще и в частности вентиляционного бокового ствола №1 шахты «Западная». Данное требование регламентируется пунктом 3.1. СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки», утвержденными постановлением Государственного Комитета СССР по делам строительства от 31 декабря 1980 г. №232 и введенными в действие с 1 января 1982 г. Кроме того, в практике проектирования используется «Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи» (ВНИМИ, ВНИИОМШС Минуглепрома СССР), составленное к главе СНиП II-94-80 «Подземные горные выработки». Вообще при выборе места заложения блокового вентиляционного ствола №1 проектировщиками (институтом «Ростовгипрошахт»), строго говоря, не были выполнены требования пункта 3.1. СНиП II-94-80. Но определенная нечеткость отдельных абзацев этого пункта позволила проектировщикам использовать один из них, который предписывает: «принимать меры, исключая или снижающие воздействие на стволы очистных работ, водопонижения и близлежащих и сопрягающихся выработок». Поэтому ствол посадили на выработку и стали принимать меры по снижению воздействия путем тампонажа. Но чем это обернулось, изложено выше в тексте статьи. В принципе же ствол прошел и зону влияния от очистных

работ по пласту K_2^1 . Поэтому после затопления этого пласта судьба блокового вентиляционного ствола была предопределена. По нашему мнению, в СНиПе должна быть запись, запрещающая пересечение подготовительных и очистных выработок, а также зон от их влияния вертикальными стволами. В целом в быв. СССР, а затем и в России сложилась довольно гибкая система совершенствования нормативно-технических документов, регулирующих вопросы обеспечения устойчивой работы горнодобывающих предприятий, обеспечения безопасности работ и охраны недр. Основным ее достоинством было то, что ряд надзорных органов на основе контрольной деятельности, расследования аварий, несчастных случаев и иных происшествий оперативно вносили изменения и дополнения в правила и нормы и требовали их исполнения.

Похоже, что с принятием Федерального закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. №184-ФЗ этот ценный и эффективный опыт канул в лету. Намеченный путь технического регулирования не оставляет места «мелочам» и, тем более, оперативности в корректировке нормативных документов. Наш совместный, почти 75-летний опыт работы в органах Госгортехнадзора России позволяет утверждать, что это дорого обойдется шахтерам, горнякам и в целом горному делу в стране.

Но Федеральный закон «О техническом регулировании» принят, готовится Кодекс Российской Федерации «О недрах» и необходимо, чтобы в них нашли отражение затронутые в статье вопросы.

*М.П.Васильчук, горный инженер-маркшейдер;
В.С. Зимич, горный инженер-маркшейдер*

О РЕЛИГИОЗНОМ ПОКРОВИТЕЛЬСТВЕ ГОРНОМУ ДЕЛУ

Успешная разработка месторождений нефти, газа, угля, драгоценных металлов и иных полезных ископаемых является основой экономической безопасности современной России. Минерально-сырьевые ресурсы сохраняют свое выдающееся положение в экономической жизни страны на обозримую перспективу.

Горное дело является одним из самых сложных и опасных видов человеческой деятельности. Большую роль в его развитии играет технический прогресс. Но не меньшее значение имеет и духовная составляющая. Человеческий фактор может как усилить мощь технических средств, так и вызвать крупномасштабные аварии, уничтожающие плоды затраченных трудов.

В послереволюционную эпоху формирование духовной культуры горняков строилось на атеистической основе. Несмотря на односторонность такого подхода была создана атмосфера всеобщего уважения и внимания к представителям горных специальностей геологам, шахтерам, горнякам. Этот благоприятный общественный климат облегчал формирование трудовых коллективов, решение иных проблем, требующих общественного или государственного участия. В постперестроечный период многие горные отрасли попали в полосу затяжного кризиса, существенно снизился престиж горных профессий.

Развал советской системы формирования духовной культуры горняков сопровождался возрождением православия. Многие горные предприятия стали участвовать в восстановлении разрушенных храмов и строительстве новых. В настоящее время этот процесс гармонизации духовной жизни протекает стихийно и не затрагивает решения глобальных задач, таких как духовная поддержка проблем развития горного дела в целом.

При горно-обогатительных комбинатах, шахтах и карьерах строятся церкви, посвященные святым, выбор которых продиктован местными условиями. Решая важные задачи религиозного воспитания населения, эти разрозненные деяния не способны привести к сложению в горном мире общенационального культа под главенством руководства Русской Православной Церкви.

Первостепенное значение для объединения православных устремлений горняков имеет выбор их небесного покровителя, так как в революционную эпоху такой общероссийский культ не успел сложиться.

Российское горное дело имеет древние корни. Но до эпохи позднего средневековья горные промыслы редко были связаны с особо опасными условиями труда. Преимущественно они сводились к выпариванию соли из соляных ключей, добыче болотных руд и приповерхностных строительных материалов. Ситуация изменилась в XVI-XIII веках, когда под влиянием западноевропейской технической культуры стали

строиться подземные рудники и глубокие карьеры.

В Западной Европе в позднее средневековье наиболее развитое горное дело бытовало у немцев. Их охотно приглашали правители окрестных государств, и поселки немецких горняков подчас возникали вдали от их традиционного местожительства.

Многое для становления современного горного искусства сделали монахи. Особенно прославились на этом поприще цистерцианцы, которых за белые рясы именовали «белыми монахами», а за склонность к горным работам «горными монахами». Эти талантливые рудокопы проповедовали богоугодность горняцкого труда и сами были великими тружениками. Расцвет их деятельности приходится на XII-XIV века.

Благотворное влияние «горных монахов», а также опасности работы в рудниках привели к большой набожности западноевропейских горняков. Каждый спуск в шахту сопровождался молебном, над входом в горные выработки висели иконы святых покровителей, возводились многочисленные часовни и церкви.

Но и в Западной Европе не удалось выработать стройную систему духовной поддержки и заступничества горного производства. Среди покровителей встречаем Пресвятую Деву Марию, св. Варвару, св. Симеона, св. Даниила, св. Марию Магдалину, св. Иоанна Крестителя, св. Анну, св. Иоакима и др. Особенно популярными были богородичный культ и культ св. Варвары.

Если мы обратимся к святым, то встретим немало святых, жизнь которых была связана с горным делом. В периоды гонений на христиан многих исповедников христианства ссылали на каторжные работы в рудники. Так, под 16.02 (ст. стиль) упоминаются 130 безымянных исповедников, направленных в начале IV в. на рудокопни в Киликию (М. Азия). Пострадавший около этого же времени в Александрии (Египет) св. Едесий (память 02.04 ст.ст.) также трудился в рудокопнях. Св. Сильван, епископ палестинской Газы (память 04.05 ст.ст.), вместе с 40 сотоварищами пострадал в 311 г. после пребывания на горных работах. Святые из Иллирии (Балканы) братья Флор и Лавр (память 18.08 ст.ст.) были профессиональными каменотесами.

Из отечественных святых в миру горным инженером был св. Ювеналий (Говорухин), ставший в конце XVIII века первомучеником Америки. Он проповедовал православие индейцам Аляски и был замучен язычниками.

Значимость горного дела для России предопределяет высокий ранг небесного покровительства освоения богатств земных недр. И такое покровительство имеется.

Если мы обратимся к начальной эпохе распространения православия на Руси, то увидим следующее. Первыми, кто в православной Руси углубился в

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

земные недра для трудов земных и духовных, были монахи. В этом мы повторили путь западноевропейцев.

Во второй половине XI века под Киевом св. Анатолій основал Киево-Печерский монастырь. В холмах на берегу Днепра были пробиты штольни с отходящими от них камерами, в которых поселились монахи. В одном из подземных залов они устроили церковь. Позднее подземные камеры-кельи стали усыпальницами святых угодников, число которых достигает более сотни. Их нетленные мощи почивают в святых подземельях и поныне.

Использование земных недр для просветления духа оказалось удачным. Подвижничество и богоугодность насельников Киево-Печерского монастыря привели к тому, что эта обитель очень быстро стала одним из главных духовных центров Киевской Руси. Её воспитанники сеяли семена православной веры по всей Земле Русской, около 20 из них в XI-XII веках стали епископами. В разных местах возникли «печерские» монастыри.

В современном горном законодательстве строительство подземных сооружений отнесено к одному из видов недропользования. Так что печерские монахи осуществляли горнопроходческие работы и были «горными монахами», хотя так их никто и не называл.

Кто же покровительствовал русским монахам-горнякам раннего средневековья? Главный культ Киево-Печерского монастыря – культ Успения Богородицы. В этом заложен глубокий смысл.

Первопроходцы земных недр избирали для себя сложный жизненный путь. В православной духовной культуре существует ряд святых, известных своим покровительством путникам в их опасных предприятиях: св.Николай Угодник, св.Георгий Победоносец, св.Варвара и др. Этот ряд венчает Богородица Путеводительница.

Богородичный культ Успения играл выдающуюся роль во всю историю Русской Православной Церкви. В число наиболее почитаемых российских храмов входит кремлевский Успенский собор, а в число икон – связанная с успенским культом икона Владимирской Богоматери.

Традиции, заложенные русскими монахами, соответствуют канонам православия и мировому опыту устройства духовной жизни горняков. Та же св.Варвара высокочтима на Руси и является представительницей перед Богородицей за оказавшихся в опасности. Ее мощи в 1108 г. были перенесены из Константинополя в Киев византийской принцессой Варварой, супругой великого князя киевского Святополка II. Эти мощи поныне хранятся в киевском Златоверхом – Михайловском монастыре. Такими же представителями являются горный инженер св.Ювеналий и другие святые угодники.

В этом отношении примечательны совпадения стихийно сложившихся светских обычаев и православной традиции. Так, например, один из самых популярных горняцких праздников – День шахтера отмечается в последнее воскресенье августа, т.е., при-

близительно в одно время с памятью Успения Богородицы.

Икона Владимирской Богоматери ранее на обороте имела изображение Успения. Она привлекает воспоминанием о Владимирской Руси, в эпоху которой процветало белокаменное зодчество, и появились светские русские горняки, работавшие в опасных подземных условиях на добыче белого камня. Один из праздников иконы, 26.08 ст.ст. (в честь избавления Руси от нашествия Тамерлана), по времени близок с другим высокочтимым профессиональным праздником – Днем нефтяника (первое воскресенье сентября).

В последние годы начала складываться система общегорняцких памятных дат. Инициатором на этом поприще выступил Госгортехнадзор России, приурочивший свои истоки к 23 декабря (10 декабря старого стиля) 1719 г., дате подписания Петром I Указа "О рудокопном деле", обычно именуемым Берг-Привилегией. Берг-Привилегия стала первым российским горным законом. Государственный горный надзор, чьей главной задачей является обеспечение соблюдения требований законодательства, правомерно опирается на эту дату. «Столп закона», символ российской юстиции, и скрещенные горняцкие молотки, как воспоминание о Берг-Привилегии, имеют все основания украшать эмблему Госгортехнадзора России.

После развала отраслевых министерств и приватизации государственных горных предприятий Госгортехнадзор России стал олицетворением главной государственной горной структуры. Это дало толчок к дальнейшему осмыслению единства горняков.

По инициативе горной общественности, поддержанной руководством страны, в 2000 г. было широко отмечено 300-летие образования Приказа Рудокопных дел. Эта памятная дата основывалась на Указе Петра I от 24 августа (6 сентября по новому стилю) 1700 г. Российские геологи предложили считать её юбилеем горно-геологической службы, т.е. праздником всех российских горняков и геологов, работающих как в государственных, так и в частных горных организациях независимо от отраслевой принадлежности. Так что более ранняя дата приобрела более широкое значение.

Последняя по времени инициатива была реализована в 2002 г. Несмотря на ее кажущуюся скромность, она имеет не меньшее значение, чем предшествующие.

17 октября 2002 г. было отпраздновано 55-летие Управления по надзору за охраной недр и геолого-маркшейдерскому контролю Госгортехнадзора России. Празднование опирается на постановление Совета Министров СССР от 17 октября 1947 г. №3582 "Об образовании государственного горного надзора", положившее начало современной службе охраны недр.

Государственная система охраны недр обеспечивает защиту государственных интересов на основе повышения экономической эффективности недропользования и имеет многовековую историю. В каче-

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

стве специализированного органа регулирования горных отношений на профессиональной основе она сложилась в начале XVIII века в виде Приказа Рудокопных дел и прошла несколько этапов развития.

Надзор за охраной недр в составе общей системы управления горной промышленностью был сформирован В.Н.Татищевым во время его руководства горным делом Урала и Сибири в 20-е и 30-е годы XVIII века. С тех пор специальные надзорные подразделения стали неотъемлемой частью органов горного управления Императорской России. Эти организационные принципы были возрождены в 1922 г., когда в составе Главного Управления Горной Промышленностью (ГУГП) Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ) на правах отдела было образовано Центральное Управление Горного Надзора.

1947 г. примечателен тем, что в лице созданного Главного Управления государственного горного надзора отечественная служба охраны недр достигла высшей точки своего развития. Она вышла из состава горных ведомств, превратившись в специализированный орган государственной власти, надзирающий за соблюдением горного законодательства горными предприятиями и иными организациями, включая органы государственной власти. Эта форма соответствует отечественному менталитету и уровню развития горного дела и сохраняет свое прогрессивное значение до настоящего времени. Так что с 1947 г. служба охраны недр, в отличие от предшествующих ее форм, развивается без каких-либо перерывов в своем существовании в организационно-правовом виде близком к оптимальному.

Если мы сопоставим выявившиеся в историческом плане ряды знаменательных дат, то увидим удивительную по точности корреляцию, возникновение которой трудно объяснить случайными причинами.

На 6 сентября приходится наиболее общая для российского горного сообщества памятная дата, связанная с Приказом Рудокопных дел. Около этого же времени (12 сентября) отмечается праздник иконы Богородицы Владимирской (память избавления Руси от нашествия Тамерлана в 1395 г.)

С днем рождения системы Госгортехнадзора

России (23 декабря) соединяется память св.Варвары (17 декабря). Св.Варвара почиталась на Руси как спасительница от внезапной и насильственной смерти. Главная забота современного Госгортехнадзора России – предупреждение аварий и смертельного травматизма в различных отраслях промышленности.

Св.Варвару в качестве своей заступницы кроме горняков почитают и артиллеристы. Здесь также много совпадений. В петровскую эпоху основным потребителем металла была артиллерия. Её нужды стимулировали развитие горного дела, а горняки и артиллеристы шли рука об руку по пути преобразования России. Первый президент Берг-Коллегии Я.В.Брюс одновременно был командующим российской артиллерии. В артиллерии начинал свою службу выдающийся организатор горного производства В.Н.Татищев. Брюса на посту президента горного ведомства сменил А.К.Зыбин, также прошедший артиллерийскую школу. Поэтому слуги огненной царицы полей вряд ли будут возражать против соседства горняков у алтаря св.Варвары.

Близ чествования защитников российских недр (17 октября) отмечается память св.Ювеналия Говорухина (12 октября) – первого отечественного святого из числа профессиональных горняков.

Серия совпадений в целом складывается в стройную картину. Российское горное дело под общим покровительством Богородицы, в лице её высокочтимой Владимирской иконы, имеет двух своих главных предстателей: св.Варвару и св.Ювеналия. Эти предстатели соответствуют двум существующим в неразрывном единстве основным слагающим успеха горного производства – безопасности горных работ и охраны недр.

При специфике разных горных отраслей и горных профессий может сложиться более разветвленная система частных или местночтимых святых под общим покровительством Богородицы.

Центром общероссийского культа покровительства горному делу мог бы стать один из московских или подмосковных храмов, который бы наряду с приделом в честь иконы Богородицы Владимирской включал бы приделы в честь иных особо чтимых святых заступников горняков.

*В.В.Грицков, горный инженер, ответственный секретарь
Московского отделения Русского исторического общества*



ИНЖЕНЕРНОЕ ХОББИ ЧИТАТЕЛЯ

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Отечественные ученые всегда отличались широтой научной деятельности... В.Н.Татищев – основатель горно-металлургических заводов, автор первого в России «Горно-заводского Устава» (с разделом о маркшейдерской службе) был первым автором «Истории государства Российского» и «Энциклопедического словаря». М.В.Ломоносов – химик мирового значения был в России основоположником и многих иных научных открытий. А.П.Бородин – известный ученый химик был более знаменит как композитор. Подобный перечень можно продолжить. Отраднo знать, что наши современники, кроме проблем основной маркшейдерской профессии, решают и научные проблемы глобального значения.

Наша редакция с 2003 года открыла актуальную рубрику «ИНЖЕНЕРНОЕ ХОББИ ЧИТАТЕЛЯ» и готова к публикации работ читателей по любым новым направлениям в науке и технике.

РЕДАКЦИЯ «МВ»

Посвящается 300-летию г.Санкт-Петербурга

В.М.Гудков

О ЗАЩИТЕ ОТ НАВОДНЕНИЙ г.САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Дамба, перегородившая Невскую губу на уровне г.Кронштадта, не спасает город от наводнений. Дважды после сооружения дамбы уровень р.Невы поднялся до опасной отметки. Протяженность водного

пространства от дамбы до устья р.Невы оказалась достаточной для формирования опасных для города волн...(Рис.1)



Рис. 1. План Финского залива и устья р.Невы.

(На границе г.Крондштадта дамба с ветрогенераторами и противонагонными устройствами)

ИНЖЕНЕРНОЕ ХОББИ ЧИТАТЕЛЯ

Предлагается два простых решения проблемы.

Первое решение сводится к строительству на дамбе ряда ветроэнергетических установок, имеющих тройное назначение:

- снижение энергии приповерхностного потока воздуха, нагоняющего волны после дамбы;
- использование энергии ветродвигателей для формирования отбойного течения (со стороны моря);
- обеспечение в свободное от наводнений время части потребности города экологически чистой электроэнергией.

Стоимость энергии с использованием ветрогенераторов непрерывно снижается. В связи с ограни-

ченностью запасов углеводородного сырья за рубежом ветроэнергетика набирает высокие темпы. При этом ветряные двигатели (для уменьшения промышленного шума) устанавливаются в море. Станции из нескольких десятков двигателей обеспечивают устойчивую работу комплекта станций. За 1999 г. в Западной Европе общая мощность ветровых генераторов увеличилась на 30% и составляла почти 9000 Мегаватт! (Мощность АЭМ России – 2100 Мегаватт).

Второе решение – «продление» берегов р.Невы. Не такое красивое решение, но выполнимое быстро и без больших затрат. Для свободного выхода р.Невы в море необходимо продлить берега при помощи забойных свай. (Рис. 2 и 3).

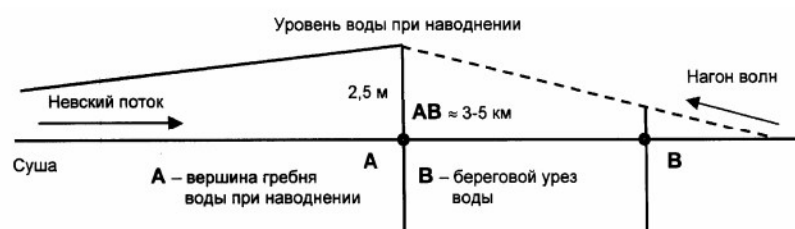


Рис. 2. Схема расположения уровня воды в устье р.Невы

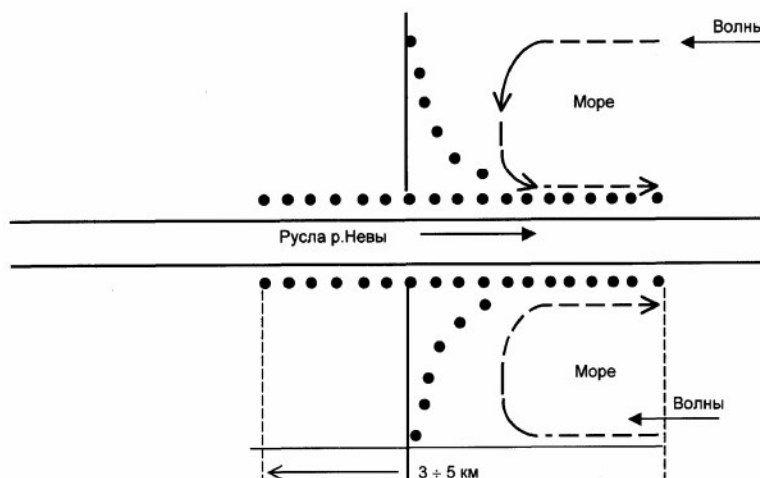


Рис. 3. Схема расположения свайной защиты устья р.Невы

Во втором случае р.Нева получит свободный выход в море, а забойные сваи отгородят реку от напора нагоняемых волн со стороны моря.

Не исключена возможность исполнения обоих вариантов противоборства с наводнениями.

При любом противопаводковом варианте обязательно следует установить (за городом) шлюзовой затвор на р.Неве таким образом, чтобы ее речной поток перекрывался во время нагона морских волн до критического уровня воды в устьевых частях (рукавах) реки.

Валентин Михайлович Гудков, заслуженный деятель высшего образования Российской Федерации, д-р техн. наук, проф. (МГОУ), тел. (095)-283-49-58 и 470-91-39

ПОВТОРНЫЕ ИНФОРМАЦИИ**Вниманию коллективов межрегиональных и региональных Советов СМР**

Союз маркшейдеров России имеет лицензию Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзора России) на право осуществления деятельности по производству маркшейдерских работ при пользовании недрами. Лицензия ООМР №013959 от 15.12.2000 г. действительна до 15 декабря 2005 года.

Согласно уставу СМР право пользования лицензией распространяется на все межрегиональные и региональные организации СМР, зарегистрированные в соответствующих региональных органах Минюста РФ.

Правление СМР готово выслать вам нотариально заверенные копии Лицензии по заявке, подписанной руководителем Межрегионального или регионального Совета СМР.

Реквизиты связи с Правлением СМР с 01.01.2003 г.: 119991, г.Москва, Ленинский проспект, 6, МГГУ, кафедра МДиГ. Анатолию Михайловичу Андропову. Тел.236-95-58, тел/факс:236-81-10.

Правление СМР

**Правление Общероссийской общественной организации
«Союз маркшейдеров России»
с 1 января 2003 г. объявило конкурс**

Согласно решению Центрального Совета Союза маркшейдеров России (протокол заседания ЦС СМР от 26.12.2002 г. №2) Правлению СМР поручено объявить общероссийский конкурс на разработку нагрудного знака "Почетный член Союза маркшейдеров России".

Право участия в конкурсе – не ограничено. Предпочтение отдается специалистам маркшейдерской службы всех отраслей горнодобывающей и нефтегазодобывающей отраслей промышленности Российской Федерации.

При разработке знака необходимо учитывать общегосударственные требования, предъявляемые к знакам "Почетный" специалистов промышленности, определенные "Указом Президента РФ от 2.03.94 г. №442 "О государственных наградах РФ" (с изменениями от 01.06.95 г., 06.01.99 г. и 27.06.2000 г.), и утвержденного им "Положения о государственных наградах РФ».

Согласно упомянутого "Положения о государственных наградах РФ":

п.19. "Запрещается незаконное...учреждение и производство знаков, имеющих аналогичные, схожие названия или внешнее сходство с государственными наградами... Указанные действия влекут за собой ответственность, установленную законодательством РФ".

п.24. "Нагрудные знаки к почетным званиям номера не имеют".

Указом Президента РФ от 30.12.95 г. №1341 утверждено Описание нагрудного знака к Почетным Званиям РФ».

Форма нагрудного знака для всех почетных званий РФ единая, а именно: "Нагрудный знак из серебра высотой 40 мм и шириной 30 мм имеет форму

овального венка. Венок образуется лавровой и дубовой ветвями. Перекрещенные внизу концы ветвей перевязаны бантом. На верхней части венка располагается Государственный герб РФ. На лицевой стороне в центральной части на венке наложен картуш с надписью – "наименование почетного звания РФ».

Поэтому, поскольку нагрудный знак "Почетный член СМР" учрежден Общероссийской общественной организацией и не является "Общегосударственным знаком" его форма и описание не должны содержать элементы знака какого-либо почетного звания РФ.

За консультацией в части содержания и оформления проекта знака обращаться по телефонам: (095)-236-95-58 (к А.М.Андропову) и (095)-267-36-91 (к В.С.Зимичу).

Проект знака, присылаемый на конкурс, должен быть изображен в цвете на листе бумаги форматом "А4" в двух масштабах – 1:1 и 3:1. Текст описания знака – на одной странице формата «А4». Препроводительная к документам должна содержать все реквизиты почты, телефоны, факсы и электронный адрес конкурсанта.

Победителю конкурса выплачивается вознаграждение в сумме 3 (три) тысячи рублей. За 2-е и 3-е места предусмотрены также поощрительные вознаграждения.

Конкурсные проекты знака "Почетный член СМР" принимаются Правлением СМР до 30.06.2003 г. по адресу: 119991, г.Москва, Ленинский проспект, 6. МГГУ, кафедра Маркшейдерского дела, Правление СМР.

Правление СМР

ЮБИЛЕИ

ИЛЬЕ САМОЙЛОВИЧУ НЕВЕЛЬСОНУ – 65 ЛЕТ



14 мая 2003 г. исполнилось 65 лет главному маркшейдеру ПО «Беларуськалий» Невельсону Илье Самойловичу. После окончания Харьковскую горного института в 1960 г. Илья Самойлович начал свой трудовой путь маркшейдером участка Первого калийного комбината,

созданного на базе Старобинского месторождения калийных солей республики Беларусь. Это было первое горное предприятие в республике, которое только начинало СВОЙ путь. Они мужали и росли вместе: молодое предприятие по выпуску калийных удобрений и молодой специалист. Сегодня ПО «Беларуськалий» – крупнейший в мире производитель калийных удобрений, а Илья Самойлович – главный маркшейдер объединения. Ему присущи высочайший профессионализм, постоянная творческая инициатива, неутомимость, трудолюбие. При его непосредственном участии разработан ряд нормативных документов, регламентирующих маркшейдерское обеспечение горных работ и их безопасное ведение, рациональную и безопасную разработку Старобинского месторождения калийных солей, предупреждение последствий горных работ на окружающую природную среду. Илья Самойлович участвовал в разработке «Кодекса о Недрах» Республики Беларусь, активный участник научно-технических совещаний и международных симпозиумов по маркшейдерскому и горному делу, член Президиума международного общества по маркшейдерскому делу (ИСМ), член редакционного совета журнала «Маркшейдерские вестник», автор многочисленных статей и работ по маркшейдерской и горной тематике. Специалист экстра-класса, Илья Самойлович в тоже время и талантливый руководитель. Он создал коллектив маркшейдерской службы ПО «Беларуськалий», который решает задачи горного производства на высоком профессиональном уровне.

Поздравляя Илью Самойловича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов в работе.

Коллектив ПО «Беларуськалий», редакция «МВ»

АЛЕКСАНДРУ ВАСИЛЬЕВИЧУ СТРЕЛЬНИКОВУ – 50 ЛЕТ



14 мая 2003 г. исполнилось 50 лет со дня рождения кандидата технических наук, инженера-аэрофотогеодезиста Стрельникова Александра Васильевича.

Производственная деятельность Александра Васильевича, после окончания в 1975 г. НИИГАИК, прошла в коллективе института ФГУП

ВИОГЕМ – от горного инженера-маркшейдера до заведующего лабораторией. Вся его научно-техническая деятельность посвящена решению народно-хозяйственных проблем, по обеспечению маркшейдерско-геодезических работ при разработке железорудных месторождений России и стран СНГ. Под его руководством выполнены работы по внедрению аэро- и наземной стереофотограмметрической съемки, технических средств для автоматизированного сбора данных, а также разработанных методов и компьютеризированных технологий применения космических навигационных систем (космической геодезии) для управления горными работами.

Значительный вклад А.В.Стрельников внес в 1993-2002 гг. На карьерах Михайловского, Лебединского, Стойленского ГОКов и ОАО «Карельский окатыш» внедрены эффективные методы маркшейдерских съемок открытых горных работ, наблюдений за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземных работах, в том числе при внедрении скважинной гидродобычи железных руд на КМА на базе глобальной космической навигационной системы.

В 1983 г. им защищена кандидатская диссертация и опубликовано свыше ста научных трудов. Стрельников А.В. с 1986 г. возглавляет лабораторию техники маркшейдерских работ института ВИОГЕМ. В условиях рыночных отношений лаборатория обеспечивает решение проблем автоматизации маркшейдерских работ в черной металлургии России. Александр Васильевич является Председателем Белгородской региональной организации Союза маркшейдеров России и членом Петровской Академии наук и искусств, ведя большую общественную работу по популяризации маркшейдерии.

Поздравляя юбиляра со знаменательной датой, мы пожелали ему дальнейших творческих успехов, отменного здоровья и личного счастья.

Минпромнауки России, ЦС СМР, ФГУП ВИОГЕМ, МГГРУ и редакция «МВ»

ОБ АППРОКСИМАЦИИ БЛОЧНОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Реализация возможностей современной измерительной и вычислительной техники для геомеханического обеспечения геотехнологии освоения недр сдерживается рамками устаревших подходов к теоретической подготовке специалистов, прежде всего при изучении наук о Земле. Поэтому при изучении данных наук большее внимание должно быть уделено прикладному значению фундаментальных исследований в первую очередь в области геологии, геофизики, геодезии и геодинамики, одним из которых является блочная структура горного массива пород и методы контроля за её состоянием. Изучение состояния блочной структуры горного массива пород в настоящее время является одной из главных составных частей геомеханики [1]. Естественное состояние блочного массива пород характеризуется геодинамическими процессами, а его состояние при современной геотехнологии освоения недр совместным влиянием природных геодинамических и техногенных процессов. Оценка состояния блочного массива пород, характеризующая совместное влияние природных геодинамических и техногенных процессов, является актуальной задачей [2,3]. Достоверность и точность данной оценки определяются:

- выбором аппроксимирующей модели;
- использованием математического аппарата;
- определением физико-механических свойств;
- базой и программой наблюдений.

Выбор аппроксимирующей модели и использование математического аппарата является следствием применяемой теории. При этом следует отметить, что информационная база геомеханики на современном этапе постоянно расширяется за счёт широкого использования комплексных наблюдений (геофизических, гидрогеологических и маркшейдерско-геодезических) [1]. Расширение объёма информации в рамках классического подхода может привести к получению неоднозначных результатов, поэтому математическая обработка данной информационной базы должна быть иной.

Традиционная методика оценки напряженно-го состояния горного массива. В геомеханическом обеспечении геотехнологии освоения недр используются разнообразные модели горного массива пород, в том числе простейшие точечные и плоские [2,4,5]. Их применение обусловлено упрощением классической теории напряженного состояния массива горных пород. Так, например, при анализе устойчивости бортов при открытой геотехнологии освоения недр используются векторные схемы, которые для дискретных пунктов наблюдательных станций иллюстрируют вертикальные и горизонтальные смещения. В табл. 1 приведены величины вертикальных и горизонтальных смещений рабочих реперов, полученные по резуль-

татам математической обработки инструментальных наблюдений цикла №2 и цикла №3 на разрезе “Вахрушевразрезуголь”.

Таблица 1
Результаты инструментальных наблюдений на участке №1 разреза “Вахрушевразрезуголь”

Номера реперов	Смещения, м		Горизонтальные деформации	Сдвиг
	Горизонтальные	Вертикальные		
Цикл №3				
3	+0,326	+0,064		
4	-0,145	-0,016	$-3,4 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$
5	-0,172	+0,045	$+0,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Цикл №2				
8	+0,128	-0,062		
9	+0,092	-0,058	$-0,8 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$
10	-0,622	+0,292	$+8,7 \cdot 10^{-3}$	$11,4 \cdot 10^{-3}$

По значениям вертикальных и горизонтальных смещений вычислены горизонтальные деформации и сдвиг по традиционной методике [4,5].

Главными достоинствами классического подхода к математической обработке результатов инструментальных наблюдений за смещениями подработанного массива горных пород является простота и наглядность, однако данная методика основана на минимуме затрат и применение простейших вычислительных средств, которыми были оснащены горнодобывающие предприятия в середине прошлого века.

Аппроксимация блочного массива горных пород элементарной плоской геометрической фигурой. Современные возможности вычислительной техники при математической обработке результатов инструментальных наблюдений по традиционной методике полностью не реализуются. Для анализа этого вопроса предлагается сначала аппроксимировать блочный массив горных пород элементарной геометрической фигурой – треугольником (рис. 1), расположенным в плоскости перпендикулярной рабочему борту. Использование элементарной геометрической фигуры и математического аппарата механики сплошной среды [3,6] позволяют определить компоненты деформации блочного массива горных пород. Их величины будут отнесены к геометрическому центру данного треугольника. При этом вершинами треугольника должны быть пункты наблюдательной станции.

Зная изменения высот $\Delta H(t-t_0)$ вершин треугольника за период $t-t_0$, можно определить дилатацию Θ

$$\Theta = (S(t) - S(t_0)) / S(t_0), \quad (1)$$

где: $S(t)$ и $S(t_0)$ – площади треугольника в периоды времени t и t_0 .

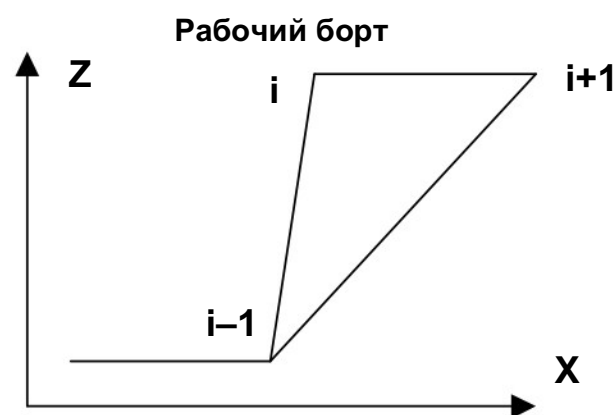


Рис. 1. Аппроксимация блочного массива элементарной геометрической фигурой – треугольником

Для нахождения главного сдвига γ используем следующую формулу

$$\gamma = \frac{\sum \Delta H_i(t-t_0)(z_{i-1}-z_{i+1})}{\sum x_i(z_{i-1}-z_{i+1})}, \quad (2)$$

где: z_i – отметки вершин треугольника; x_i – абсциссы вершин треугольника.

В табл. 2 приведены величины компонент деформации Θ и γ , полученные по результатам математической обработки инструментальных наблюдений циклов №2, №3 и №4 вертикальных смещений на разрезе “Вахрушевразрезуголь”. Величины вертикальных смещений вершин треугольника в цикле №2 находятся в пределах от (-14) мм до (+88) мм, а цикле №4 – от (-156) мм до (+36) мм.

Результаты, приведенные в табл. 2 характеризуют величины компонент деформации блочного массива горных пород и динамику их во времени.

В случае наличия информации не только об изменениях высот пунктов $\Delta H(t-t_0)$, но и их горизонтальных смещений в направлении ОХ $\Delta X(t-t_0)$, то их связь с компонентами тензора деформации e_{ij} для каждого из этих пунктов определяется следующими уравнениями

$$\left. \begin{aligned} \Delta X(t-t_0) &= e_{11}x + e_{13}z + a \\ \Delta H(t-t_0) &= e_{31}x + e_{33}z + c \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

Из решения системы из 6 уравнений вида (3) известными способами, получим компоненты тензора деформации e_{ij} , с помощью которых вычислим дилатацию Θ и главный сдвиг γ .

Дилатация равна [6]

$$\Theta = e_{11} + e_{33}, \quad (4)$$

а главный сдвиг [6]

$$\gamma = ((e_{11} - e_{33})^2 + (e_{11} + e_{31})^2)^{0,5}. \quad (5)$$

В табл. 2 приведены величины компонент деформации Θ и γ , полученные по результатам математической обработки инструментальных наблюдений циклов №2, №3 и №4 вертикальных и горизонтальных смещений на разрезе “Вахрушевразрезуголь”. Величины горизонтальных смещений вершин треугольника в цикле №2 находятся в пределах от +1 мм до +343 мм, а цикле №4 – от +33 мм до +806 мм.

Таблица 2

Компоненты деформации по результатам математической обработки инструментальных наблюдений

Номера пунктов	Компоненты деформации (вертикальные смещения)		Компоненты деформации (горизонтальные и вертикальные смещения)	
	Θ	γ	Θ	γ
5	цикл №2 $-13,76 \cdot 10^{-3}$	$-14,30 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-3}$	$2,71 \cdot 10^{-3}$
4	цикл №3 $-23,09 \cdot 10^{-3}$	$-22,32 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$5,02 \cdot 10^{-3}$
3	цикл №4 $-41,76 \cdot 10^{-3}$	$-41,30 \cdot 10^{-3}$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	$8,56 \cdot 10^{-3}$

Повышение порядка аппроксимации. Повышение порядка аппроксимации блочного массива горных пород для плоских геометрических фигур связано с переходом от треугольника к многоугольнику, что приведёт к увеличению объёма вычислений, так как каждая дополнительная вершина увеличивает количество уравнений вида (3) на два. Значительно больший интерес представляет аппроксимация блочного массива объёмными геометрическими фигурами. В данном случае для каждой вершины этой фигуры связь между вертикальными и горизонтальными смещениями и тензором деформации будет иметь следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X(t-t_0) &= e_{11}x + e_{12}y + e_{13}z + a \\ \Delta Y(t-t_0) &= e_{21}x + e_{22}y + e_{23}z + b \\ \Delta H(t-t_0) &= e_{31}x + e_{32}y + e_{33}z + c \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Нахождение компонент тензора деформации из 12 уравнений вида (6) выполняется по методу наименьших квадратов. Решение нормальных уравнений проведено с использованием ПЭВМ.

В табл. 3 приведены величины компонент деформации, полученные по результатам математической обработки для объёмной геометрической модели в виде тетраэдра. Величины горизонтальных смещений вершин тетраэдра находятся в пределах от (-50) мм до (-108) мм по оси ОХ, от (-150) мм до (+326) мм по оси ОУ, а вертикальные смещения – от (+15) мм до (+200) мм.

Таблица 3

Компоненты деформации модели блочного массива горных пород в виде тетраэдра

Номера вершин	Компоненты деформации	
	Θ	γ
1ю-2ю-3ю-4ю	$3,21 \cdot 10^{-3}$	$11,0 \cdot 10^{-3}$

Выводы

Выполненные результаты показывают, что линейные и площадные модели блочного массива горных пород дают различные количественные значения компонент деформации (см. табл. 1 и 2). Аналогичные результаты получаются при использовании одной и той же плоской модели блока, но учитывающей определенный вид и объём используемой ин-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

формации. Эти различия количественных значений (см. табл. 2) свидетельствуют о необходимости перехода от принципа минимума затрат при сборе информации для оценки состояния блочного массива горных пород к принципу её достаточности. Следовательно, блочный массив пород, как часть объёма земной коры нужно аппроксимировать объёмной геометрической фигурой. При этом компоненты деформации будут отнесены к геометрическому центру данной фигуры, что коренным образом отличается от традиционного подхода. Простейшая геометрическая фигура в виде тетраэдра потребует закрепления её вершин 4 пунктами (хотя возможны более сложные модели), что потребует пересмотра классических программ построения наблюдательных станций по профилям. При использовании современных ПЭВМ увеличение объёма вычислений в данном случае при применении объёмных моделей блочного массива горных пород особых сложностей не представляет. С другой стороны использование ПЭВМ позволяет выполнить всесторонний анализ напряженного состояния блочного массива горных пород путем разложения его объёмной модели на составляющие в различных плоскостях, а также влияние объёма и вида используемой информации.

Литература

1. Шемякин Е.И. Проблемы геомеханики и освоения подземного пространства/Маркшейдерский вестник.-2001.-№1-2.-С.15-19.
2. Егоров П.В. Геомеханика/Егоров П.В., Штумпф Г.Г., Ренёв А.А., Шевелев Ю.А., Махраков И.В., Сидорчук В.В. -Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001.-276 с.
3. Соловицкий А.Н. Геодинамический анализ. - Кемерово: КузГТУ, 2001.-158 с.
4. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов, уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости.-Л.: Изд-во ВНИМИ,1971.-187 с.
5. Управление состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых/Ю.П. Астафьев, Р.В. Попов, Ю.М. Николашин.-Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986.-272 с.
6. Есиков Н.П. Тектонофизические аспекты анализа современных движений земной поверхности. - Новосибирск: Наука, 1979.-180 с.

А.Н. Соловицкий, канд. техн. наук, доц. (КузГТУ)

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

Е.С. Булгаков, Г.А. Селиванова, О.И. Старцев, С.И. Чекалин

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ШПУНТОВЫХ СТЕН И МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ ИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Строительство жилых и промышленных зданий в современных условиях требует глубокого заложения фундаментов. При сооружении подземных гаражей, мостов, прокладке автомобильных и железных дорог требуется крепление грунтов. На отработанных карьерах необходимо ограждение отвалов и хвостов обогащения [5].

Для всех этих целей используются шпунтовые стены, которые также могут быть применены в качестве несущих конструкций.

Весьма важным является организация маркшейдерских наблюдений за деформациями конструкций шпунтовых стен в процессе их эксплуатации. Методика и программа маркшейдерских наблюдений должны надежно обеспечивать измерения деформаций с заданной точностью, определяемой на первых этапах предрасчетными величинами деформаций в зависимости от конструкций шпунтовых стен, а также инженерно-геологических условий на площадке их размещения.

Существуют различные типы стенок (гравитационные, уголкового, свайные и другие), которые имеют как общие принципы расчета, так и свою специфику.

В зависимости от типа сооружения стенки заглубленных сооружений можно классифицировать следующим образом: консольные с заделкой нижней

части в грунт; опертые поверху с заделкой нижней части в грунт; с многоярусным опиранием по высоте стенки и с заделкой нижней части в грунт; с многоярусным опиранием по высоте стенки и без заделки нижней части в грунт.

Шпунтовые стены могут обеспечивать устойчивость подпираемого грунта за счет собственного веса (силы тяжести) – безанкерные шпунтовые стены. Большое применение в настоящее время получили стены, которые крепятся к грунту с помощью анкеров – анкерные шпунтовые стены [1, 2].

Использование шпунтовых стен позволяет строить заглубленные подземные сооружения в естественных условиях – вблизи существующих зданий, а также дает возможность вести строительство одновременно подземной и наземной частей сооружения, что ведет к экономии времени и затрат.

Глубина заделки нижней части стены нередко достигает до 50-70% общей высоты свободно стоящей стены. Ряд авторов, в связи с этим, рекомендуют при глубинах более 7-8 м, крепление стен распорками, анкерами [2, 4].

Шпунтовые стены испытывают сложные силовые воздействия, вызванные физическими и технологическими факторами, причем величины и характер нагрузок изменяются как по величине, так и во

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

времени.

Шпунтовая стена воспринимает постоянные нагрузки (боковое давление грунтовых вод и др.), временные (боковое давление от транспортных машин или других временных заездов, находящихся вблизи призмы обрушения), кратковременные (например, температурные) и особые (пучение грунтов).

Современные темпы и высокий уровень организации строительства нуждаются в быстрой и эффективной оценке основных параметров шпунтовых стен.

Потеря устойчивости шпунтовой стены может произойти путем ее опрокидывания или путем смещения (плоского сдвига) по поверхности основания.

Безанкерные шпунтовые стенки рассчитываются как шпунтовые стенки, свободные от действия активного и пассивного давления грунта относительно нижнего торца, заделанного в грунт, и проверяются на деформацию (прогиб) верхнего конца стенки.

Изучением параметров и расчетом шпунтовых стен занимались ряд исследователей [2,4,5], а также Научно-исследовательский институт Фундаментпроект, ЦНИИС, ВизБаз и др.

В данной работе будут рассмотрены вопросы несущей способности массива, нагруженного горизонтальной силой и заземленного в сыпучем теле. Шпунтовая стена рассматривается как заземленная в грунте.

Основной нагрузкой на шпунтовую стену считается давление массы грунта, которая удерживается стенкой от обрушения. Устойчивость от опрокидывания и плоского сдвига стенки обеспечивается ее собственным весом и противодействием на противоположную сторону.

Давление грунта на стену зависит от его физико-механических свойств, степени уплотнения и способов засыпки, а также от геометрической формы, размеров и жесткости стены.

Перемещение массива под действием горизонтальной силы (рис. 1) происходит в результате поворота массива на малый угол вокруг некоторой точки К, расположенной на глубине Z_0 под поверхностью среды.

При значительной глубине забивки шпунтовая стена рассматривается как заделанная нижним концом. Опорная реакция принимается сосредоточенной у нижнего конца и определяется из условия, что изгибающий момент на глубине Z_0 от поверхности основания равен нулю.

При принятых допущениях отпор среды, обусловленный поворотом массива, изменяется: по боковым граням – по закону квадратичной параболы; по подошве массива – по закону трапеции (рис. 1) [1].

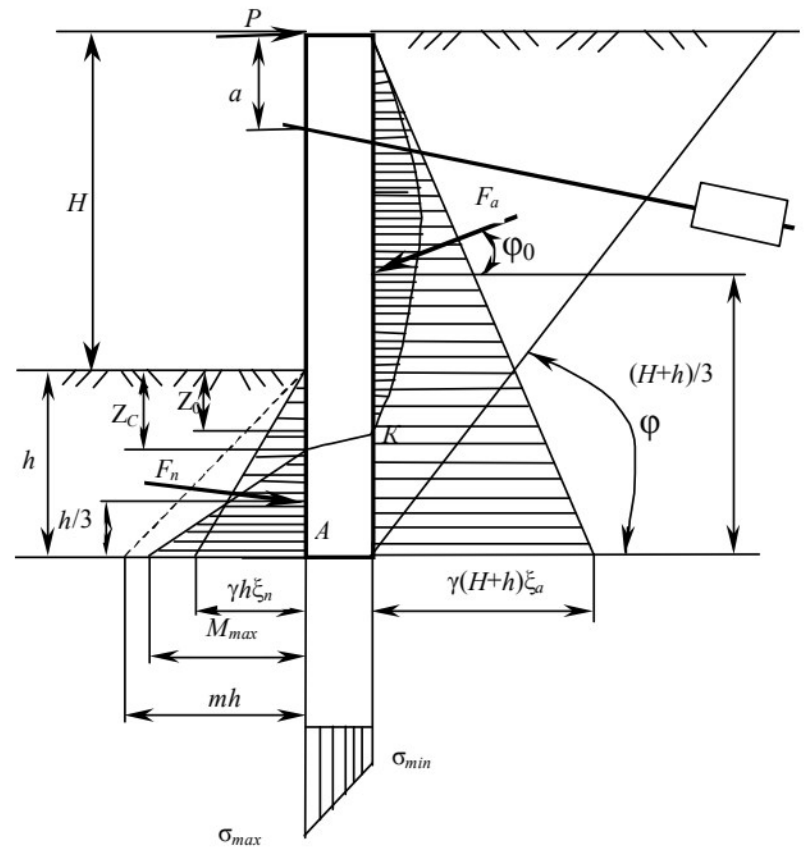


Рис. 1. Схема расчета шпунтовой стены

Парабола по правой боковой грани имеет касательную с угловым коэффициентом

$$\psi = 4\gamma \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\cos\varphi} = \gamma(\xi_n - \xi_a), \quad (1)$$

где: γ – плотность грунта, кН/м^3 ; φ – угол внутреннего трения грунта, град; $\xi_a = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ – коэффициент активного давления грунта; $\xi_n = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$ – коэффициент пассивного давления грунта.

На геометрические параметры стен оказывают влияние физические характеристики массива, определяемые углом внутреннего трения φ , плотностью γ (кН/м^3), модулем продольной деформации E (МПа) и коэффициентом Пуассона μ , а также технологические, такие, как глубина заложения котлована H (м), толщина стенки b (м) и способы ее крепления в массиве.

Прочность шпунтовой стены будет определяться глубиной забивки h в грунт и ее толщиной b . Толщина монолитных стен определяется в зависимости от их условий прочности и устойчивости и может быть выбрана из ряда $b = 40, 50, 60, 80, 100$ см и более.

Глубину забивки шпунтовой стены h можно определить в зависимости от H и φ из выражений

$$h = k_1 H - k_2 H + k_3 \sqrt{H}, \quad (2)$$

где: $\omega = \frac{\xi_a}{\xi_n - \xi_a}$; $k_1 = 0,67\omega$; $k_2 = 0,5n$, $n = Z_0/H$;

$$k_3 = \sqrt{6\omega} \cdot \sqrt{1+n}.$$

В результате анализа выражения (2) и сопоставления его с практическими данными при определенных углах внутреннего трения глубина забивки h может быть определена из выражений

$$\begin{cases} h_{(\varphi=25^\circ)} = 0,13H - 0,08H + 1,12\sqrt{H}, \\ h_{(\varphi=30^\circ)} = 0,08H - 0,04H + 0,86\sqrt{H}, \\ h_{(\varphi=35^\circ)} = 0,05H - 0,02H + 0,7\sqrt{H}, \\ h_{(\varphi=40^\circ)} = 0,03H - 0,004H + 0,55\sqrt{H}. \end{cases} \quad (3)$$

Глубина забивки шпунтовой стены h для промежуточных углов определяется аппроксимацией.

На глубину забивки h шпунтовой стены наибольшее влияние оказывают угол внутреннего трения φ грунта и полезная глубина котлована H .

Для упрощения расчетов выражение (2) и (3) может быть представлено в следующей форме, позволяющей получить достаточную точность при определении глубины заложения анкера от поверхности «а» в зависимости от угла внутреннего трения φ грунта и полезной глубины котлована H

$$h(\varphi) = k_{h1} H - k_{h2} H^2, \quad (4)$$

где: k_{h1} – безразмерный коэффициент, зависящий от активного и пассивного давления грунта; k_{h2} – коэффициент, учитывающий влияние поперечных сил в точке К на расстоянии $Z_0, [1/м]$ (рис. 1).

В результате анализа выражения (4) глубина забивки h при определенных углах внутреннего трения может быть определена из выражений

$$\begin{cases} h_{(\varphi=25^\circ)} = 0,71H - 0,029H^2, \\ h_{(\varphi=30^\circ)} = 0,54H - 0,022H^2, \\ h_{(\varphi=35^\circ)} = 0,43H - 0,017H^2, \\ h_{(\varphi=40^\circ)} = 0,34H - 0,013H^2. \end{cases} \quad (5)$$

Полученное выражение (3) для $h=f(H)$ и $h=f(\varphi)$ при различных углах внутреннего трения φ подтверждается опытными данными, полученными при строительстве третьего кольца в г.Москве (рис. 2).

Опытные точки достаточно точно описываются уравнением (3). Коэффициент корреляции полученного уравнения равен 0,98.

Зная глубину забивки шпунтовой стены, можно также решить задачу по определению допускаемой силы P , отвечающей равновесному состоянию массива.

После решения задачи по определению глубины забивки стены h появляется возможность определения характера изменения силы $P = f(H/h)$ – равнодействующей активного и пассивного давления, которая будет соответствовать усилию в распорке или тяговому усилию в анкере, при минимальном значении изгибающего момента в шпунтовой стене.

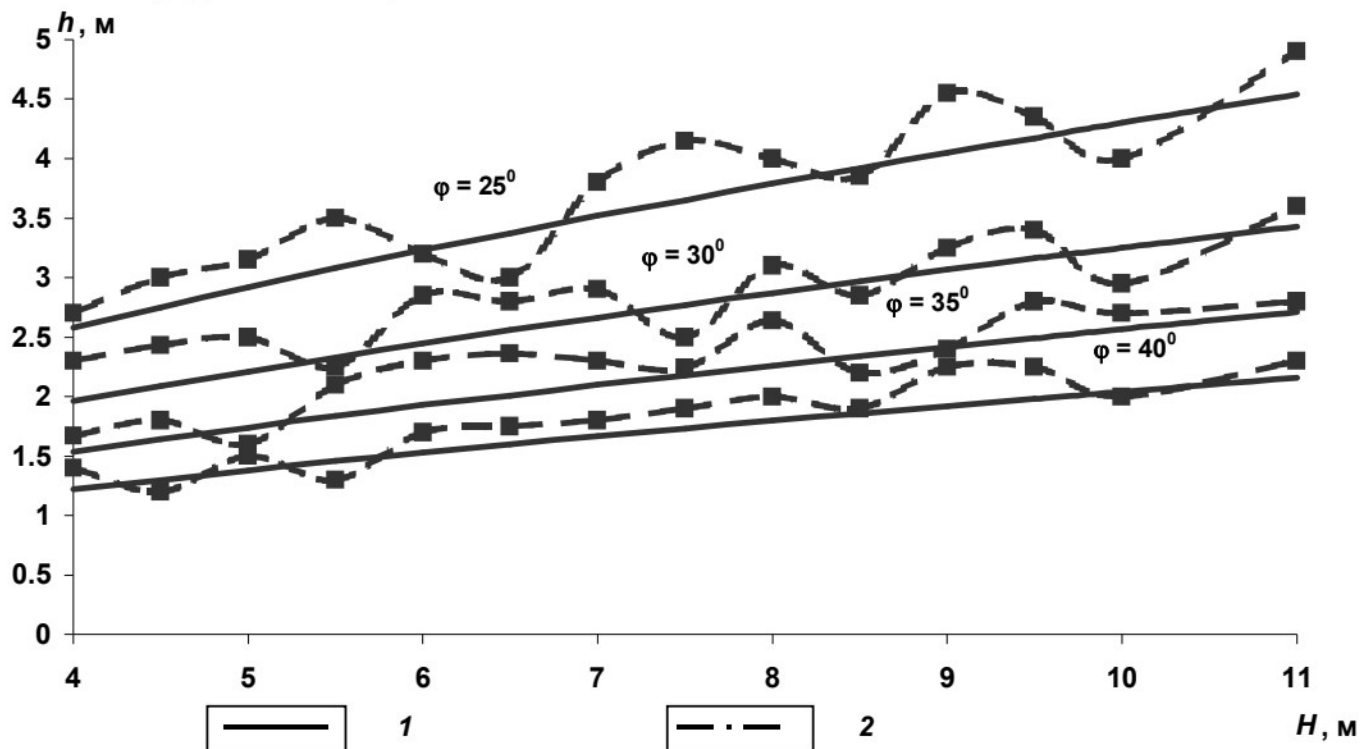


Рис. 2. Зависимость глубины забивки h от глубины котлована H :
1 – кривая вида $h(\varphi) = k_{h1} H - k_{h2} H^2$; 2 – экспериментальные данные

Значение силы P после окончательной выемки массива глубиной H определим по формуле

$$P = \frac{\gamma(H+h)^2}{2} \xi_a - \frac{\gamma h^2}{2} \xi_n = F_a - F_n, \quad (6)$$

где: F_a – активное давление грунта, F_n – пассивное давление грунта.

Выражение (6) удобно аппроксимировать зависимостью $P=f(H/h)$, поскольку его анализ показывает,

что на величину силы P влияют полезная глубина котлована H , глубина забивки h , угол внутреннего трения φ и плотность γ .

$$P(\varphi) = k_{p2}(H/h)^2 - k_{p1}(H/h), \quad (7)$$

где: k_{p1} , k_{p2} – размерные коэффициенты (кН), принимаются по таблице 1.

Значение силы P в зависимости от соотношения H/h и угла внутреннего трения приведены на рис. 3,4.

МАРШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

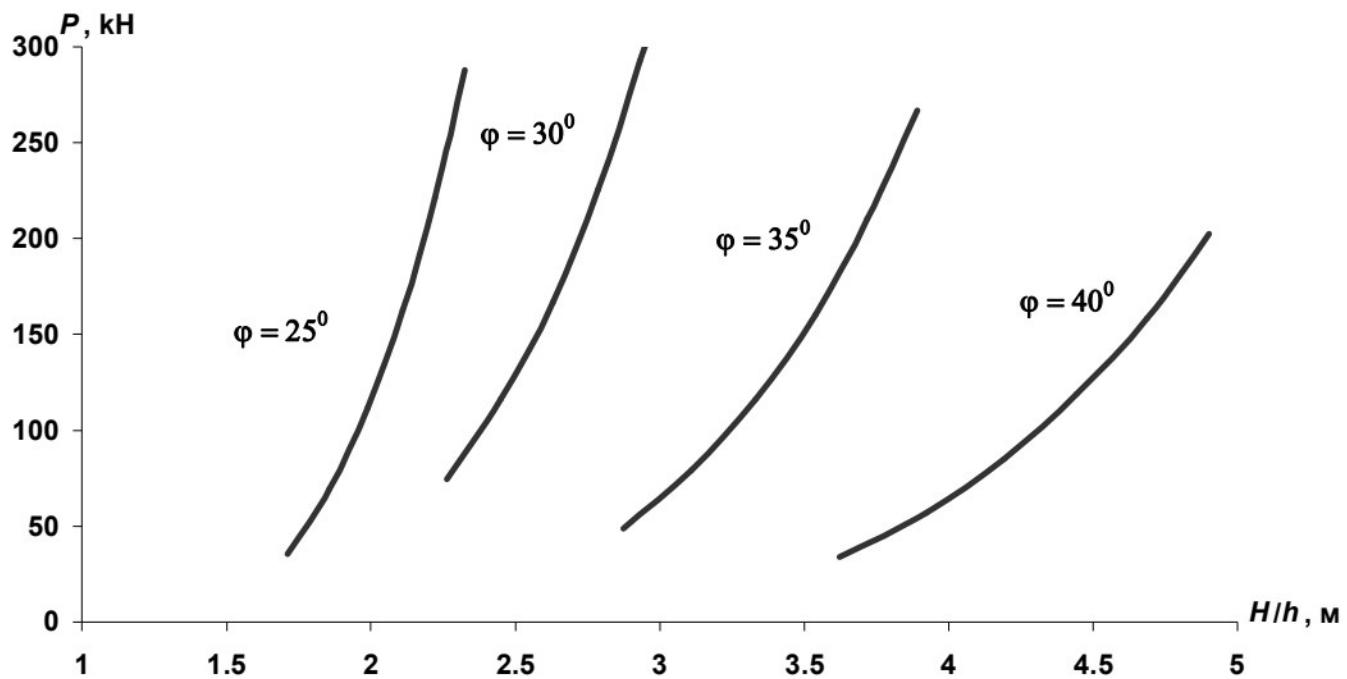


Рис. 3. Зависимость величины силы P от соотношения H/h

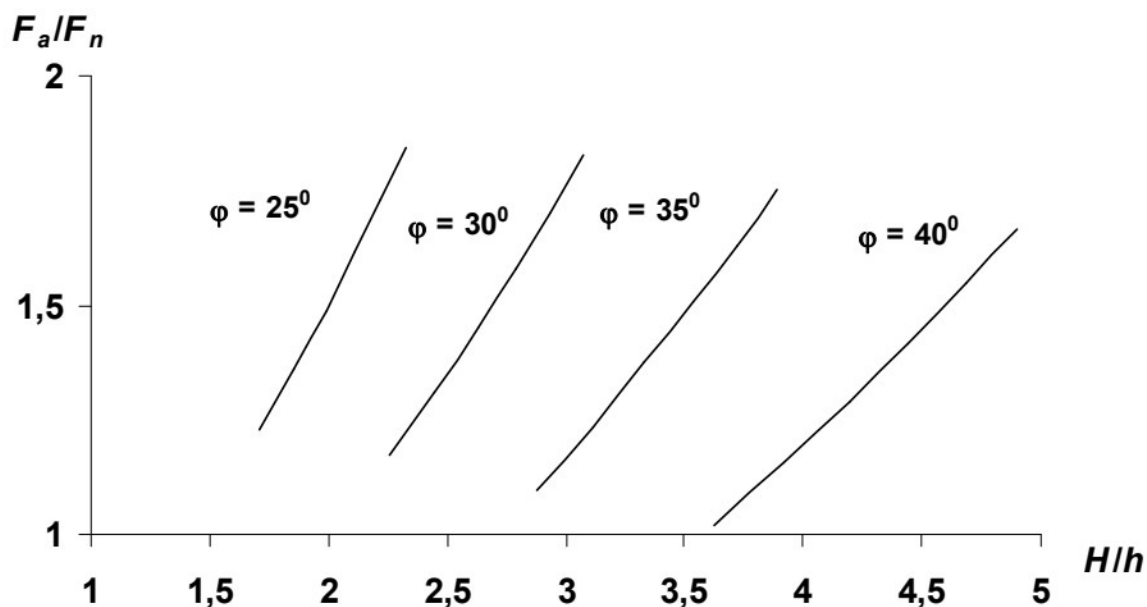


Рис. 4. Зависимость F_a/F_n от соотношения H/h

Теперь определим точку установки анкера или крепления распорки из условия, что равновесное состояние массива рассматривается как среда под действием активного и пассивного давления и силы P , приложенной на расстоянии a .

Расстояние от поверхности до места крепления анкера (точка приложения силы P) определяется по формуле

$$a = (H + h) - \frac{2}{3} \cdot \frac{h^2 H \xi_n}{h^2 \xi_n - (H + h)^2 \xi_a}. \quad (8)$$

Очевидно, что формула (8) громоздка для практических вычислений. Приведем ее к удобному для расчетов виду

$$a(\varphi) = k_{a2}(H/h)^2 - k_{a1}(H/h). \quad (9)$$

Значения коэффициентов k_{a1} , k_{a2} (м) приведены в таблице 1.

Результаты апробации предложенного выражения представлены на рис. 5. Выражения (7, 9) позволят классифицировать шпунтовые стены на консольные с заделкой нижней части в грунт и опертые поверху с заделкой нижней части в грунт.

Шпунтовая стена в условиях равновесного состояния работает на сжатие и изгиб. Для определения прочностных характеристик стены необходимо определить величину максимального изгибающего момента M_{\max} в заделке.

Максимальный изгибающий момент в шпунтовой стене, по которому производится ее расчет на прочность, может быть оценен по формуле

$$M_{\max} = \frac{\gamma(h^3 \xi_n - (h + H)^3 \xi_a)}{6}. \quad (10)$$

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

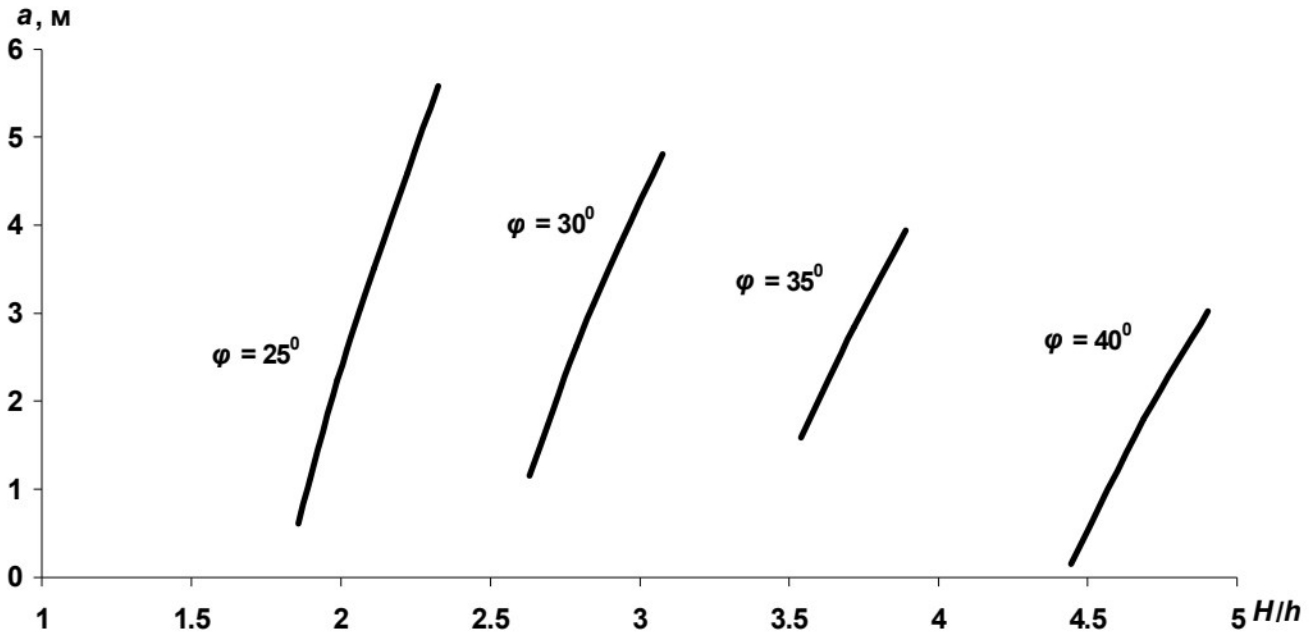


Рис. 5. Зависимость величины a от соотношения H/h

Выражение (10) исходя из полученных результатов M_{max} в зависимости от основных параметров $M = f(\varphi, H/h)$, можно аппроксимировать выражением $M(\varphi) = k_{M2}(H/h)^2 - k_{M1}(H/h)$. (11)

Значения коэффициентов k_{M1}, k_{M2} (кН·м), приведены в таблице 1.

Решив задачу по определению основных геометрических "h", "b" и силовых "P", "a" и "M" параметров, можно перейти к рассмотрению вопроса устойчивого равновесия грунта (сыпучей среды) и прочности самой шпунтовой стенки, а также должны проверяться на деформацию перемещения (прогиб) верхнего конца стенки "f".

Таблица 1

φ°	γ	k_{P1}	k_{P2}	k_{M1}	k_{M2}	k_{a1}	k_{a2}
25	15	279,46	171,12	307,46	64,28	7,51	4,3
30	16	164,12	74,58	229,63	46,2	5,8	2,41
35	17	102,11	35,69	173,11	33,41	5,2	1,6
40	18	67,65	18,31	141,35	26	4,61	1,27

Величина прогиба определяется путем последовательного решения универсальных уравнений основных параметров в произвольном сечении для данной схемы нагружения, (расчет ведется на единицу длины)

$$IE\theta_x = IE\theta_0 - \frac{\gamma\xi_a x^4}{24} + \frac{\gamma\xi_n (x-H)^4}{24}, \quad (12)$$

$$IEf_x = IEf_0 + IE\theta_0 \cdot x - \frac{\gamma\xi_a x^5}{120} + \frac{\gamma\xi_n (x-H)^5}{120}, \quad (13)$$

где: IE – жесткость стены, [кН·м²]; f_0 – прогиб свободного конца стенки, [м]; θ_0 – угол поворота свободного конца стенки, [рад.]; x – расстояние от поверхности (текущая ордината), [м].

Прогиб верхнего конца шпунтовой стенки (см.рис. 1) соответственно будет равен

$$IE\theta_x = IE\theta_0 - \frac{\gamma\xi_a (H+h)^4}{24} + \frac{\gamma\xi_n h^4}{24},$$

где: $IE\theta_x = 0$, следовательно

$$IE\theta_0 = \frac{\gamma\xi_a (H+h)^4}{24} - \frac{\gamma\xi_n h^4}{24},$$

$$IEf_x = IEf_0 + IE\theta_0 \cdot (H+h) - \frac{\gamma\xi_a (H+h)^5}{120} + \frac{\gamma\xi_n h^5}{120},$$

где: $IEf_x = 0$, следовательно

$$IEf_0 = -IE\theta_0 \cdot (H+h) + \frac{\gamma\xi_a (H+h)^5}{120} - \frac{\gamma\xi_n h^5}{120}.$$

В уравнение основных параметров вошли члены, содержащие нагрузку грунта (активную и пассивную) распределенную по линейному закону в виде треугольника (см. рис. 1).

Значения IEf в зависимости от глубины стенки и угла внутреннего трения приведены на рис. 6.

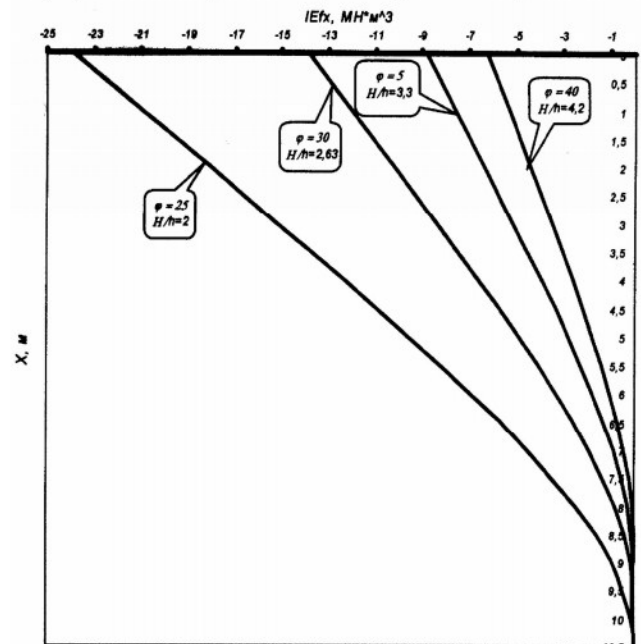


Рис. 6. Зависимость IEf от глубины стенки и угла внутреннего трения при полезной глубине котлована H = 7 м

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

Проверка на прочность грунта производится по горизонтальному давлению на уровне подошвы шпунтовой стены в точке А (см.рис. 1)

$$\sigma_h = P \frac{4(h+3H)h}{3b^3+h^3} \leq mh, \quad (14)$$

и краевым давлениям по подошве стен (массива)

$$\sigma_{a,b,грунта} = \frac{N}{b} \mp \frac{6Pb(2h+3H)}{3b^3+h^3} \leq [\sigma_{гр}]. \quad (15)$$

Шириной шпунтовой стены задаются из ряда 0,4÷1,0 м, с шагом через 0,1 м.

Расчет на прочность самой шпунтовой стенки ведется по формуле

$$\sigma = -\frac{N}{F} \pm \frac{M}{W} \leq [\sigma_{бетона}], \quad (16)$$

где: N – вес одного погонного метра шпунтовой стены, кН/м; F – площадь сечения стены, м²; W – осевой момент сопротивления, м³.

Деформации – перемещение верха стенки должны удовлетворять условию

$$f_0 \leq [f] \quad (17)$$

где: [f] – допустимая величина перемещения

$$[f] = f_1 + f_2 + Htg\psi, \quad (18)$$

где: f₁ – перемещение у дна котлована, т.е. в месте заделки стенки в грунт; f₂ – прогиб верха стенки, определяемый, как для консоли, защемленной на уровне котлована, от нагрузок, действующих на эту часть стенки; ψ – угол поворота на уровне дна котлована.

Если условия соблюдаются, тогда значения силы P можно считать допустимыми.

При несоблюдении условий (14) и (15) решают задачу по увеличению параметра b или креплению стены с помощью анкеров, добиваясь минимального значения силы P.

Анализ конструкции шпунтовой стенки и ее взаимодействия с грунтом в процессе строительства котлована показывает, что основным видом деформации стенки являются горизонтальные смещения, ориентированные по нормали к ее поверхности. В связи с этим, в общем случае, требуется организовать маркшейдерские наблюдения за смещениями по двум координатам (в горизонтальной плоскости). Здесь, для повышения точности измерений, целесообразно использовать способ линейно-угловых засечек. Наблюдательная станция (рис.7) состоит из опорных точек 1 и 2, располагаемых за пределами зоны возможной деформации массива, и деформационных знаков М, размещаемых на конструкциях шпунтовой стенки.

В процессе наблюдений в каждом из циклов неизменными остаются координаты опорных точек и величина базиса b. Переменными величинами являются горизонтальные углы β и расстояния S.

Предположим, что после завершения строительства котлована перемещения точки М составило величину Δ.

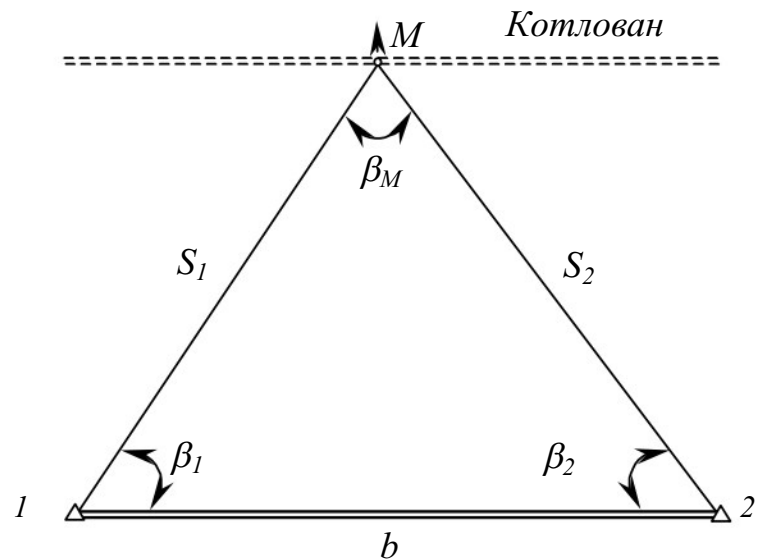


Рис. 7. Схема измерений горизонтальных деформаций стенки

При организации маркшейдерских наблюдений следует иметь ввиду, что количество t циклов наблюдений, исключая первый, обычно определяется этапами строительства сооружения, например, после выемки 25% грунта и т. д. В связи с этим в качестве расчетной величины горизонтального смещения Δ_ц в межцикловый период можно принять

$$\Delta_{ц} = \frac{\Delta}{t}. \quad (19)$$

При оценке необходимой точности измерений m_{изм} рекомендуется пользоваться критерием «ничтожной погрешности», в соответствии с которым ошибка измерений должна быть в λ раз (λ=3÷5) меньше измеряемой величины, т. е.

$$m_{изм} = \frac{\Delta_{ц}}{\lambda} = \frac{\Delta}{\sqrt{2}t\lambda}. \quad (20)$$

Величина смещения Δ является разностью измеренных координат в двух сопоставляемых равноточных циклах измерений, в связи с чем в формулу (22) введен коэффициент √2.

Для приближенных расчетов (S₁=S₂=S) ошибка угловой засечки точки М определяется выражением

$$m_{изм(\beta)} = \frac{\sqrt{2}m_{\beta}}{\rho \cdot \sin \beta_M} S, \quad (21)$$

ошибка линейной засечки выражением

$$m_{изм(S)} = \frac{\sqrt{2}m_S}{\sin \beta_M}, \quad (22)$$

где: m_β и m_S – средние квадратические ошибки измерения горизонтальных углов и расстояний; ρ = 206265".

Объединяя формулы (21) и (22) по принципу двойных измерений, можно записать

$$m_{изм} = \frac{1}{\sqrt{2} \sin \beta_M} \sqrt{\frac{m_{\beta}^2 S^2}{\rho^2} + m_S^2}. \quad (23)$$

Известно, что при соответствующей организации работ влияние ошибки измерения горизонтального угла в рассматриваемых условиях в k раз меньше, чем влияние ошибки измерения расстояния, т.е.

$$m_{\text{изм}} = \frac{m_S}{\sqrt{2} \sin \beta_M} \sqrt{\frac{1+k^2}{k^2}}, \quad (24)$$

при учете ошибки измерения расстояний,

$$m_{\text{изм}} = \frac{m_\beta S}{\sqrt{2} \rho \sin \beta_M} \sqrt{1+k^2}, \quad (25)$$

при учете ошибки измерения горизонтальных углов.

При оценках значение $1,5 \leq k \leq 3$.

С учетом (20), (24) и (25) можно записать выражения для проектной точности измерений в линейно-угловых сетях при измерении горизонтальных смещений шпунтовых стенок

$$m_S = \Delta \frac{\sin \beta_M}{t \lambda} \sqrt{\frac{k^2}{1+k^2}}, \quad (26)$$

$$m_\beta = \Delta \frac{\sin \beta_M}{t \lambda} \cdot \frac{P}{S} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+k^2}}. \quad (27)$$

По результатам расчетов произведенных для различных условий эксплуатации шпунтовых стенок, а также их конструкций, получены значения горизонтальных смещений в пределах 5÷20 см (в среднем $\Delta=10$ см). В качестве примера выполним предрасчет по формулам (26) и (27) проектных значений допустимых ошибок измерения расстояний и углов в линейно-угловых сетях при: $\Delta=10$ см; $\beta_M=90^\circ$; $t=4$; $\lambda=4$; $k=2$; $S=50$ м. Для указанных условий $m_S \approx 5,5$ мм ($\approx 1:10000$), $m_\beta \approx 10''$.

Выводы

1. Полученная методика по определению параметров шпунтовой стенки глубокого и мелкого заложения может быть использована на стадии проектирования.

2. Анализ опытных и теоретических данных позволяет установить, что шпунтовые стены с отношением $H/h > 1,65$ (при $\varphi=25^\circ$ и $\gamma=15$ кН/м³), $H/h > 2,03$ (при $\varphi=30^\circ$ и $\gamma=16$ кН/м³), $H/h > 2,7$ (при $\varphi=35^\circ$ и $\gamma=17$ кН/м³), $H/h > 3,6$ (при $\varphi=40^\circ$ и $\gamma=18$ кН/м³) (см.рис.3,4,5) необходимо крепить в верхней части распорками или анкерами, т.е. рассчитывать как защемленную нижним концом и шарнирно опертую верхним балку; при соотношении ниже указанных пределов шпунтовые стены не требуют дополнительного анкерного крепления.

3. С увеличением угла внутреннего трения (плотность увеличивается), глубина забивки h уменьшается. Для грунтов с малым углом внутреннего трения ($\varphi \leq 25^\circ$) требуется обязательное крепление их с помощью анкеров или распорок.

4. При незначительных заглублениях стены в грунт величина активного и пассивного давления будет уравниваться изгибающим моментом в заделке, определяемым из условия поперечных размеров стены и допускаемого напряжения бетона из расчета его на прочность при изгибе со сжатием.

5. Полученные значения h , a , P , и $M_{\text{изг}}$ из приведенных уравнений (3), (5), (7) и (9) являются основными параметрами при проектировании шпунтовых стен. Сила P и изгибающий момент $M_{\text{изг}}$ необходимы для прочностного расчета шпунтовой стены и грунта по краевым и боковым давлениям. Параметры a и P являются основными критериями деления шпунтовых стен на консольные с заделкой нижней части в грунт и опертые поверху с заделкой нижней части в грунт.

6. Использование выражений (23) и (24) позволяет с достаточной надежностью запроектировать выгодные схемы измерения горизонтальных смещений с требуемой точностью в планируемых циклах наблюдений.

Порядок использования предлагаемой методики:

1. Определение глубины забивки шпунтовой стены h по уравнениям (2,3).

2. Определение значения равнодействующей активного и пассивного давления P на шпунтовую стенку и ее точку приложения на расстоянии a по зависимостям (5,7). Решение вопроса о схеме закрепления шпунтовой стены.

3. Определение величины изгибающего момента по формулам (8,9) в заделке шпунтовой стены и, задавшись толщиной шпунтовой стены b , проведение расчета на прочность самой шпунтовой стены и грунта. Прочность грунта обеспечивается отсутствием растягивающих напряжений.

4. Разработка методики маркшейдерского контроля за горизонтальными смещениями конструкций стенки.

Литература

1. Булгаков Е.С., Селиванова Г.А., Старцев О.И. Практические расчеты инженерно-геологических задач. Учебное пособие по технической механике. М.: Изд. МГГРУ, 2002.
2. Круглицкий Н.Н., Мильковицкий С.И., Скворцов В.Ф. и др. Траншейные стенки в грунтах. Киев: Изд. «НАУКОВА ДУМКА», 1973.
3. Михелев Д.Ш. Инженерная геодезия. М.: Изд. «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 2000.
4. Смородинов М.И., Федоров Б.С., Ржаницын Б.А. и др. Основания и фундаменты. М.: СТРОЙИЗДАТ, 1976.
5. Прокофьев И.П. Давление сыпучих тел и расчет подпорных стенок. М.: Стройиздат, 1947.
6. Цитович Н.А. Механика грунтов. М.: Изд. «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1973.

Е.С. Булгаков; Г.А. Селиванова; О.И. Старцев; С.И. Чекалин

О МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

СТРАТЕГИИ ОПТИМАЛЬНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



Л.П. Власьевский
доцент кафедры МД
(Иркутский ГТУ)

В процессе вовлечения природного объекта в освоение приходится принимать решения, связанные с необходимостью получения сведений о его свойствах и параметрах. От характера поступающей информации зависит, стоит ли объект дальнейшего внимания или его вовлечение в хозяйственную деятельность невыгодно. С одной стороны, увеличение количества наблюдений, предоставляющих такую информацию, повышает достоверность оценки свойств объекта, а с другой - ведет к увеличению затрат, направленных на эту оценку. В каждом конкретном случае, по-видимому, существует некоторое оптимальное число наблюдений, соответствующее максимальной прибыли от освоения объекта и зависящее от предполагаемой ценности природного образования и от расходов, связанных с определением его параметров.

В ходе изучения особенностей объекта и его ценности можно выделить четыре основных этапа, связанных с получением информации и основанных на акте принятия решения о стратегии по отношению к объекту:

- 1) Локализация объектов в пространстве, или их обнаружение.
- 2) Разделение объектов на ценные и неперспективные для дальнейшего изучения.
- 3) Принятие решения о целесообразности вовлечения объекта в эксплуатацию.
- 4) Освоение объекта в пределах его границ. В частности, вышеперечисленные пункты соответствуют разным стадиям геологоразведочных работ (в особенности для рудных месторождений): поиск, поисково-оценочные, предварительная и детальная разведка, эксплуатационная разведка.

Проблема обнаружения объекта. При поисках объекта площадью S_0 на плоскости в пределах площади S последняя покрывается сетью из n наблюдений, расположенных в общем случае по прямоугольной сети соответственно анизотропии предполагаемых размеров объекта с площадью ячейки сети $S_1 = \frac{S}{n}$. Целевая функция f , выражающая среднюю прибыль от дальнейшего освоения объекта, в данном случае будет выглядеть следующим образом

$$f = pC - nR,$$

где: R – стоимость одного наблюдения; C – ценность искомого объекта; p – вероятность обнаружения объекта хотя бы одним наблюдением. В том случае, ко-

гда ячейка сети больше объекта, вероятность p имеет значение $p = \frac{S_0}{S_1} = \frac{S_0 n}{S}$ и равна единице, если $S_0 \geq S_1$.

Таким образом, целевая функция разбивается на два линейных участка. Первый из них проходит через начало координат и описывается выражением

$$f = \frac{S_0 n}{S} C - nR = n \left(\frac{S_0}{S} C - R \right),$$

в котором коэффициент $\frac{S_0}{S} C - R$ является критерием и указывает на целесообразность поисков при его положительном значении и на убыточность в противном случае. Второй участок выражается как

$$f = C - nR$$

и является убывающей функцией. Максимум целевой функции при целесообразности поисков находится на пересечении данных двух линий и соответствует абсциссе $n = \frac{S}{S_0}$, т.е. оптимальным является такое коли-

чество наблюдений, при котором площадь ячейки поисковой сети S_1 равна площади объекта S_0 .

Математическая модель разделения объектов на ценные и неперспективные на стадии поисково-оценочных работ. На этапе поисково-оценочных работ возникает необходимость разбраковки обнаруженных рудных проявлений, в результате чего выделяется ряд объектов, заслуживающих проведения на них разведочных работ, причем наряду с правильным решением возможен пропуск промышленного объекта либо отнесение участков с некондиционным содержанием полезного компонента к промышленному. При этом появляется задача снижения риска неправильного решения, с одной стороны, и минимизации затрат на поисково-оценочные работы – с другой.

Для выбора оптимального значения необходимого числа наблюдений формализуем задачу разбраковки в виде математической модели, использующей в качестве критерия показатель максимальной средней прибыли от вовлечения в промышленное освоение обнаруженного месторождения с учетом затрат на его оценку и разведку.

Функциональное выражение средней прибыли запишем следующим образом

$$f = Q \left[-p_k^0 n C_n + p_k^1 \left(C_s - n C_n - C_p^1 \right) \right] - (1-Q) \left[p_n^0 n C_n + p_n^1 \left(n C_n + C_p^2 \right) \right], \quad (1)$$

где: Q – доля в действительности промышленно значимых объектов среди выделенных предшествующими

ми работами; p_k^0 – вероятность пропуска кондиционного (промышленного) объекта; p_k^1 – вероятность обнаружения промышленного объекта; p_n^0 – вероятность отнесения непромышленного объекта к непромышленному; p_n^1 – вероятность отнесения непромышленного объекта к промышленному; C_n – стоимость поисковой выработки; n – число выработок; C_p^1 , C_p^2 – стоимость разведки соответственно промышленного и непромышленного объектов; C_3 – прибыль от вовлечения объекта в промышленное освоение.

С учетом того, что вероятности обнаружения и пропуска связаны соотношением $p^0=1-p^1$, преобразуем выражение (1)

$$f = Q \left[p_k^1 \left(C_3 - C_p^1 \right) - n C_n \right] - (1-Q) \left(n C_n + p_n^1 C_p^2 \right). \quad (2)$$

Для однозначной идентификации залежи простого внутреннего строения достаточно одного попадания в пределы, обозначающие границы рудного тела поисковой выработки, а в том случае, когда распределение полезного компонента внутри залежи характеризуется высокой изменчивостью, разбраковка возможна лишь при условии попадания в объект целого ряда выработок, поскольку в данной ситуации велика вероятность получения низких содержаний по отдельной пробе или выработке. Поэтому задачу обнаружения кондиционной залежи сформулируем так: из n наблюдений по крайней мере k должны показать содержания не ниже граничного значения $C_{гр}$.

Для определения вероятности получения того или иного уровня содержаний на объекте воспользуемся функцией распределения содержаний. Данную функцию удобно описывать распределением Вейбулла, которое является весьма гибким и включает в себя, как частные случаи, ряд распределений от нормального до асимметричного. Интегральная функция плотности вероятности распределения Вейбулла имеет вид [5]

$$F = 1 - e^{-\left(\frac{bx}{\bar{x}}\right)^m},$$

где: \bar{x} – среднее значение переменной x ; b и m – параметры распределения, табулированы в зависимости от коэффициента вариации [4]. Вероятность того, что в одной из скважин содержание будет больше граничного $C_{гр}$, составляет

$$p = e^{-\left(\frac{bc_{гр}}{\bar{c}}\right)^m}. \quad (3)$$

Вероятность того, что из n наблюдений менее чем k покажут содержание больше граничного, определяется кумулятивной вероятностью биномиального

распределения [3]

$$p_n(k) = \sum_{x=0}^{k-1} p_n(x), \quad (4)$$

где: $p_n(x)$ – вероятность ровно x раз наблюдать событие из n испытаний.

$$p_n(x) = C_n^x p^x (1-p)^{n-x},$$

где: C_n^x – число сочетаний из n по x .

Для $x=0$

$$p_n(0) = C_n^0 p^0 (1-p)^{n-0} = (1-p)^n.$$

Для последующих используется соотношение

$$\frac{p_n(x+1)}{p_n(x)} = \frac{(n-x)p}{(x+1)(1-p)}. \quad (5)$$

Вероятность того, что из n наблюдений k или больше покажут граничное содержание, будет

$$p^1 = 1 - p_n(k).$$

Это выражение и определяет подставляемую в (2) вероятность отнесения залежи к промышленно значимой.

Оптимизация количества наблюдений при разведке рудных месторождений полезных ископаемых или их участков. В процессе детальной и эксплуатационной разведки оценивается среднее содержание полезного компонента по всему месторождению или отдельному его участку (например, по эксплуатационному блоку) и сравнивается со значением минимального промышленного содержания. По итогам сравнения принимается решение о целесообразности промышленной разработки месторождения.

В связи с пространственной изменчивостью содержаний и наличием погрешностей, связанных с опробованием, содержания в отдельной пробе, разведочной скважине или горной выработке представляются в виде случайных величин, изменчивость которых характеризуется дисперсией σ^2 .

В соответствии со свойством среднего арифметического [3], среднее содержание \bar{c} распределено по нормальному закону с дисперсией $\frac{\sigma^2}{n}$, где n – число наблюдений, участвующих в расчете среднего. Центром такого распределения при отсутствии систематических погрешностей в наблюдениях будет истинное среднее содержание $c_{и}$.

Таким образом, выборочное среднее содержание располагается в некоторой окрестности истинного и, в том числе, может оказаться ниже, чем минимальное промышленное $c_{мп}$. В этом случае месторождение будет квалифицировано как не представ-

О МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

ляющее промышленного интереса, а субъект, производящий разведку, понесет убытки, равные стоимости одного наблюдения (пробы, скважины и т.д.), умноженной на количество наблюдений.

Если среднее содержание окажется выше минимального промышленного, месторождение может быть отработано с получением соответствующей прибыли. В первом приближении данная прибыль определяется следующим выражением [2]

$$C_3 = bQ(\bar{c} - c_{\text{мп}}), \quad (6)$$

где: b – стоимость единицы массы полезного компонента; Q – запасы полезного ископаемого (руды).

С учетом затрат на разведку средняя прибыль от освоения месторождения (целевая функция) будет

$$f = pC_3 - nR,$$

где: n – число разведочных выработок; R – стоимость разведочной выработки; p – вероятность получения выборочного среднего содержания, большего, чем минимальное промышленное. Поскольку среднее содержание распределено по нормальному закону, вероятность p найдется с использованием интегральной функции данного распределения

$$p = 0,5 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

где: $x = \frac{(\bar{c} - c_{\text{мп}})\sqrt{n}}{\sigma}$.

Подставив значение p , запишем целевую функцию

$$f = C_3 \left(0,5 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \right) - nR. \quad (7)$$

Дифференцируя f по n и приравнявая производную нулю, приходим к равенству

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} C_3 e^{-\frac{(\bar{c} - c_{\text{мп}})^2}{2\sigma^2}} = R \frac{2\sigma\sqrt{n}}{(\bar{c} - c_{\text{мп}})}$$

или

$$\frac{(\bar{c} - c_{\text{мп}})^2 n}{2\sigma^2} = \ln \left(\frac{C_3 (\bar{c} - c_{\text{мп}})}{R 2\sigma\sqrt{n} 2\pi} \right).$$

Это уравнение типа $x + a \ln x + c = 0$, которое решается численным методом при помощи компьютера.

Оптимизация количества наблюдений при установлении границ объекта. При освоении месторождения в пределах его установленных границ последние, как правило, не совпадают с естественными (природными) в результате ошибок оконтуривания, причинами которых являются интерполирование между дискретными наблюдениями в отдельном разведочном пересечении и между разведочными пере-

сечениями, а также случайная погрешность опробования. Эта ситуация возникает при отсутствии визуальных границ объекта, когда контур проводится по предельному значению какого-либо свойства, например, по содержанию полезного компонента. При эксплуатации месторождения отклонения установленного контура вовне и вовнутрь истинного создают соответствующие участки разубоживания и потерь. При равенстве в общем случае площадей этих участков более существенно влияет на эксплуатацию первый из указанных показателей, поскольку разубоживание способствует изменению содержания в сторону уменьшения и приводит к изменению качества.

Рассмотрим этот процесс на примере одного из разведочных пересечений. На рис.1 изображен график изменения содержания от центра рудного тела во вмещающие породы в направлении вкрест простирания. Точка x обозначает положение контура, полученное при достижении линии содержания значения бортового c_0 . Тогда линейный запас будет

$$q = \int_0^x c dx.$$

Известно, что математическое ожидание функции определяется через средние значения и среднеквадратические отклонения параметров, следующим образом [1]

$$\bar{f}(x, y, \dots) = f(\bar{x}, \bar{y}, \dots) + \frac{1}{2} (\sigma_x^2 f''_{xx} + \sigma_y^2 f''_{yy} + \dots).$$

Применительно к нашим условиям запишем

$$q^* = q + \frac{1}{2} q'' \sigma_k^2,$$

где: q^* – значение линейного запаса, измененного в результате колеблемости σ_k контура относительно точки x . Поскольку $q' = c$ и $q'' = c'$, учтем, что при оконтуривании с двух сторон q есть сумма двух интегралов и будем считать, что $q'' = 2c'$.

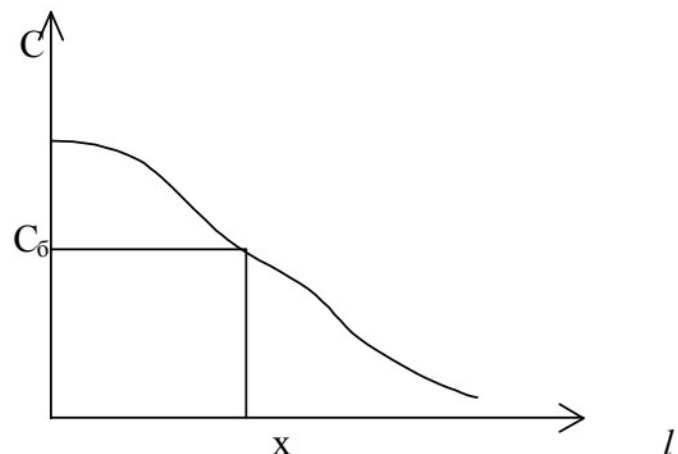


Рис. 1. Пример оконтуривания рудного тела

О МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

Так как среднее содержание связано с линейным запасом выражением $\bar{c} = \frac{Q}{m}$, то в результате неточного проведения контура среднее содержание будет меняться следующим образом

$$\bar{c}^* = \bar{c} - \frac{c'}{m} \sigma_k^2 \quad (8)$$

Минус в выражении (8) поставлен для того, чтобы подчеркнуть, что график изменения содержания убывающий и значение c' отрицательно по сути.

Целевая функция освоения объекта

$$f = \left(\bar{c}^* - c_{\text{мп}} \right) bQ - nR, \quad (9)$$

при допущении $\sigma_k = \frac{\sigma_{k_1}}{\sqrt{n}}$, где: σ_{k_1} – погрешность оконтуривания при одном наблюдении (в одном разведочном пересечении), будет иметь вид

$$f = -\frac{c'}{m} \cdot \frac{\sigma_{k_1}^2}{n} bQ + \left(\bar{c} - c_{\text{мп}} \right) bQ - nR.$$

Обозначив

$$t = \frac{c' \sigma_{k_1}^2 bQ}{m},$$

приравняем первую производную целевой функции по n к нулю

$$f'_n = \frac{t}{n^2} - R = 0$$

и определим оптимальное число наблюдений

$$n = \sqrt{\frac{t}{R}} = \sqrt{\frac{c' \sigma_{k_1}^2 bQ}{mR}}. \quad (10)$$

Если объект оконтуривается не с одной стороны, а в нескольких ортогональных направлениях, в приведенных выше выражениях, в частности, в формулах (8) и (10) величина $\frac{c' \sigma_{k_1}^2}{m}$ должна быть аддитивно скорректирована соответствующими компонен-

тами.

Приведенные модели задают, так называемый, оптимально-минимальный объем наблюдений, базирующийся на решении основной задачи той или иной стадии разведки, занижение которого может привести к существенным убыткам в связи с ошибкой первого рода (пропуск объекта).

Но, поскольку отступление от жесткого деления на стадии в практике геологоразведочных работ на заведомо перспективном объекте не относится к негативным моментам, превышение рекомендуемого объема наблюдений незначительно скажется на конечной прибыли.

Одной из иллюстраций практичности предлагаемых методов может служить пример, связанный с разведкой жильного кварц-золоторудного месторождения Ленского золотоносного района. Этот объект характеризуется средним содержанием 6 граммов на тонну (г/т), минимальным промышленным содержанием 4,4 г/т, а также запасами полезного компонента ценностью, определяемой формулой (6) и равной $10,0 \cdot 10^6$ руб. (в масштабе цен, существующих до 1992 г.). При стоимости разведочной выработки, равной $0,005 \cdot 10^6$ руб., оптимальное их количество было найдено в соответствии с целевой функцией (7) и оказалось равным 161. В сравнении с базовым числом наблюдений, равным 25, значение средней ожидаемой прибыли (6) на 20% больше, т.е. в базовом варианте налицо недоразведка залежи, влекущая риск пропуска месторождения в результате отнесения его к некондиционным.

Литература

1. Марголин А.М. Оценка запасов минерального сырья. Математические методы. М.: Недра, 1974. - 264 с.
2. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики.- М.: Мир, 1968.- 408 с.
3. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. - М.: Наука, 1969. - 511 с.
4. Францкий И.В., Базанов Г.А. Математическая статистика и геометризация месторождений.- Иркутск: ИПИ, 1974.- 249 с.
5. Шиманский А.А., Базанов Г.А. О возможности использования распределения Вейбулла при решении геохимических задач/ Математические методы геохимических исследований.-М.:Наука,1966.-С.61-70.

Федеральная служба геодезии и картографии России



Федеральное государственное
унитарное предприятие
Северо-Западный региональный
производственный центр
геоинформации и маркшейдерии

ЦЕНТР «СЕВЗАПГЕОИНФОРМ»

Федеральное государственное унитарное предприятие Северо-Западный региональный производственный центр геоинформации и маркшейдерии - Центр "Севзапгеоинформ", образован в 1993 году в системе Федеральной службы геодезии и картографии России на базе Государственного топографо-маркшейдерского треста "Союзмаркштрест" и является правопреемником "Союзмаркштреста" после его ликвидации в 1992 году.

Центр сохранил полувековые традиции "Союзмаркштреста" в форме работы с заказчиками и в постоянном совершенствовании материально-технической базы и технологии работ.

Центр расширил потенциал "Союзмаркштреста" в спектре отраслей народного хозяйства, нуждающихся в топографо-геодезическом и маркшейдерском обеспечении.

Руководствуясь основным принципом

- оперативность, качество, надежность -

Центр занимается следующими видами деятельности:

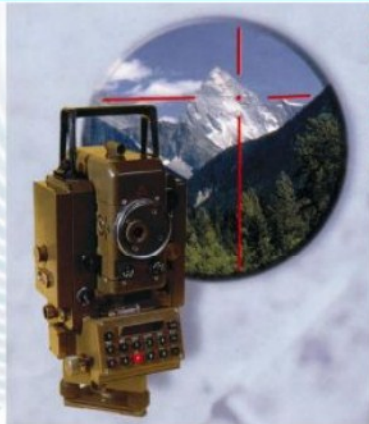
- ведением регионального банка цифровых и электронных карт, геодезической, топографической и картографической информации;
- созданием цифровых и электронных карт различных масштабов, в том числе для национального цифрового картографического банка России;
- созданием кадастров различного назначения и внедрением геоинформационных систем (ГИС);
- обеспечением картографической информацией экологических программ, земельной реформы и других государственных программ;
- выполнением работ по топографо-геодезическому и маркшейдерскому обеспечению городов, населенных пунктов, промышленных и гражданских объектов и сооружений при строительстве и эксплуатации;
- созданием тематических, специальных и других видов карт и планов, в том числе с использованием материалов аэрокосмической съемки;
- комплексные маркшейдерские работы.
- Осуществление мероприятий и оказание услуг по защите государственной тайны;
- Проведение работ в области обеспечения безопасности (защиты) информации, аттестация объектов информатизации.

Россия, 192102, Санкт-Петербург
Бухарестская ул. 6, корп. 3
Телефон : (812) 166-3195
Факс : (812) 166-3065
Телетайп : 322070 ГОРА (GORA)
E-mail: mail@szgi.ru
<http://www.szgi.ru>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ

НИП "Информатика" предлагает:
ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ГОРНОРУДНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
простота использования и широкий выбор возможностей

SurvCADDXML	Carlson SurveyXML
<p>Приложение к AutoCAD Имеет модульную структуру. Каждый модуль поставляется отдельно, что позволяет выбрать оптимальную конфигурацию рабочего места.</p> <p><u>Состав модулей:</u> <u>COGO</u> – ввод и обработка данных съемки, площадные объекты; <u>DTM</u> – построение поверхностей, вычисление объемов, проектирование съездов, отвалов, котлованов; <u>Section/Profile</u> – проектирование профилей и поперечных сечений линейных сооружений; <u>Hydrology</u> – анализ гидрологической ситуации, проектирование прудов, сливов; <u>Mining/Advanced Mining</u> – геология,</p>	<p>Включает в себя ядро AutoCAD Невысокая стоимость Возможности: - работа в среде AutoCAD; - ввод и обработка данных съемки, площадные объекты; - построение поверхностей; - вычисление объемов; - проектирование съездов, отвалов, котлованов; - построение профилей; - элементы ГИС.</p> <p>SurvCADD и Carlson Survey разработаны американской компанией Carlson Software</p>



Лазерный тахеометр КТД-3



Малогобаритный лазерный дальномер ЛДИ-3-1М



Безопасный для зрения лазерный дальномер EG-LRF

ФГУП НИИ "Полюс" им. М.Ф.Стельмаха –
*ведущий научный центр России в области лазерной техники:
 твердотельные и полупроводниковые лазеры, лазерные кристаллы и
 элементы лазерных систем, лазерные дальномеры, измерители
 скорости, гироскопы, приемно-передающие модули для ВОЛС, лазерные
 технологические и медицинские установки.*

117342, Москва, ул. Введенского, д.3
 Телефон: (095) 330-0365,
 факс: (095) 333-0003
 e-mail: mail@polyus.msk.ru
<http://www.polyus.msk.ru>



Топографический лазерный дальномер КТД-2-2

POLYUS's
Laser Rangefinders Family

ПОСВЯЩЕНО 300-ЛЕТИЮ г.ПЕТРОГРАДА

ЛИТЕРАТУРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

К НАУЧНОМУ И ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ЖУРНАЛУ
« М А Р К Ш Е Й Д Е Р С К И Й В Е С Т Н И К »

Согласно пожеланию читателей, наша редакция с 2003 года публикует литературное приложение к нашему журналу, дабы сохранить преемственность поколений маркшейдеров России.

В приложении редакция публикует:

- этюды ветеранов – горных инженеров-маркшейдеров, геологов и технологов (разработчиков);
- очерки маркшейдеров – современников об интересных событиях в их профессиональной деятельности;
- поэзию из маркшейдерской действительности;
- мнения маркшейдеров о реальной негативной и позитивной социальной горняцкой действительности.

Редакция надеется на ваше активное участие в публикациях упомянутого приложения.

ПРЕКРАСНЫЙ ГОРОД ЗАЛОЖЕН БЫЛ ТАК...

"И думал он:

*Отсель грозить мы будем шведу,
Здесь будет город заложен
Назло надменному соседу.
Природой здесь нам суждено
В Европу прорубить окно,
Ногою твердой стать при море,
Сюда по новым им волнам
Все флаги в гости будут к нам
И запируем на просторе."*

А.С.Пушкин

М.И.Пыляев

«...В апреле 1703 г. русские войска под командой Б.П.Шереметева обложили шведское укрепление Ниеншанц, располагавшееся между Большой и Малой Охтами в современном Санкт-Петербурге. Сам Петр I принимал участие в осаде укрепления, существовавшего до 1521 г. как русский торговый городок "Ниен". Городок сдался Б.П.Шереметеву 1 (13) мая и был переименован Петром I в "Шлотбург".

Первое известие о построении Петербурга сохранилось в «Ведомостях» 1703 г. («Первые русские ведомости», С.Пб, 1885 г., стр. 202): «Его царское величество, по взятии Шлотбурга, в одной миле оттуда ближе к восточному морю, на острове новую и зело удобную крепость построить велел, в ней же есть шесть бастионов, где работало 20 тысяч подкопщиков, и тою крепость на свое государское наименование прозванием Петербургом обновити указал». Ост-

ровок, на котором Петр I создал крепость, назывался «Енисари», т.е. «Зайчий». Вместе с тем государь предназначил быть городу и на соседних островах в дельте р.Невы. Крепостное укрепление составляло продолговатый неправильный шестиугольник.

Государь положил первый камень постройки 16 (29) мая 1703 г., в день св.Троицы. Вот предание об основании города. Петр I, осматривая остров, взял у солдата башнет, вырезал два дерна и, положив их крестообразно, сказал: «Здесь быть городу». Затем взял заступ, первый начал копать ров; в это время в воздухе появился орел и стал парить над царем. Когда ров был выкопан около двух аршин, в него поставили ящик, высеченный из камня; духовенство этот ящик окропило святою водою, государь поставил в него золотой ковчег с мощами св.апостола Андрея Первозванного; после того царь покрыл ящик камен-

ною доскою, на которой была вырезана следующая надпись: «От воплощения Иисуса Христа 1703, мая 16-го, основан царствующий град С.-Петербург великим государем царем и великим князем Петром Алексеевичем, самодержцем всероссийским». Затем государь приступил к обложению другого раската; здесь было сделано из двух длинных тонких берез, воткнутых в землю и связанных верхушками, нечто вроде ворот. Парящий над островом в это время орел спустился с высоты и сел на этих воротах; ефрейтор Одинцов снял его выстрелом из ружья. Петр очень был рад этому, видя в нем доброе предзнаменование; перевязал у орла ноги платком, посадил себе на руку и, сев на яхту с орлом в руке, отплыл к Канцам; в этот день все чины были пожалованы столом. Веселье продолжалось до двух часов ночи, при пушечной пальбе.

Спустя два месяца по закладке Петербурга, Петр I ходил оттуда с войсками против шведского генерала Краниорта и разбил его на реке Сестре.

В ноябре этого же года к крепости пришел первый купеческий голландский корабль с винами и солью. Петр в награду за приход к Петербургу подарил капитану 500 золотых, а матросам дал по 30-ти эфимков и обещал второму кораблю дать 300, а третьему – 150 золотых. Второй корабль был английский, а третий опять голландский, под названием «Daas».

Первый корабль был назван «Петербургом», ему даны были особенные преимущества перед про-

чими, и он совершал лет пятьдесят к Петербургскому порту рейсы.

До Полтавского боя государь не думал здесь строить столицу и только предполагал создать порт и сильную крепость, но после Полтавской битвы он писал графу Апраксину: «Ныне уже совершенной камень в основание Санктпетербурха положен с помощью Божьею». Победа над шведами утвердила Петра, что он стал твердо на берегах Невы, и с этого времени Петр деятельно занялся постройкой нового города.

Положив основание Петербурга в 1703 г., Петр озаботился о выгравировании карты Ингерманландии. Это дело было исполнено состоявшим в его службе голландцем Адрианом Шхонбеком, который «вырезал» на меди карту под названием: «Географический чертеж над Ижорскою землею с своими городами, уездами, погостами, церквями, часовнями и деревнями, со всеми стоящими озерами, реками и потоками и прочая. Градуировал Андриан Шхонбек».

Великий основатель Петербурга полагал расположить главную часть столицы за крепостью, на правом берегу Невы. Из Васильевского острова сделать торговую часть города, прорезанную каналом (вроде Амстердама). На левом же берегу Петр I предполагал поместить разные учреждения для флота и полковые светлицы. Император в своих занятиях был скор и неутомим.

М.И.Пыляев («Старый Петербург», Санкт-Петербург, топография А.С.Суворина, 1889 г. гл.1.)

МИНУЛО 3 ВЕКА...

*Прошло 300 лет, и Петроград,
«Полнощных стран краса и диво,
Из тьмы лесов, и топи блат
Вознесся пышно, горделиво;»*

А.С.Пушкин

Основанный Петром Великим город в устье Невы отмечает свой 300-летний юбилей. А 85 лет назад он был еще столицей Великой России! Да и ныне он воспринимается если не второй столицей, то вторым городом Российской Федерации.

За прошедшее трехсотлетие городу трижды меняли название, не считаясь с мнением и желаниями граждан нашего Отечества...

При закладке города Петр I назвал его «Петербургом». В то время он и был «Вург» – прибежище, замок, крепость, защита, оплот (нем.цк.)... Город предназначался стать «окном в Европу» – морским портом. Естественно, в то время для иностранных судов было предпочтительнее называть его как прибежище, крепость (замок) – «Петербургом».

Однако, учитывая скромность Петра I и религиозность царского окружения городу (для пущего имиджа) дали название «Санкт-Петербург», что в дословном переводе ныне выглядит абракадаброй – «город святого Петра – прибежище» или «город святого Петра – замок (крепость)». Хотя, разумеется, никакие святые к основанию и возведению города и крепости не имели отношения. Город и крепость основал и возвел Петр I – Великий преобразователь России! – Первый ее император, основатель ряда городов, регулярной армии, морского флота, Академии наук, русской промышленности и, наконец, новой столицы России, 211 лет значившейся с римско-латинской (католической) приставкой «санкт» – «Санкт-Петербург»...

Лишь в 1914 г. последний император России – Николай II (ныне причисленный к лику святых) дал

ЛИТЕРАТУРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

новое наименование русскому городу – «Петроград»! Безусловно, юридически он имел полное право как самодержец, так и как последний наследник Петра Великого из династии Романовых. И если бы не революционные порывы 1924 г., город и поныне бы имел красивейшее, патриотическое, русское и славянское наименование «Петроград».

Но в 1924 г. скончался В.И.Ленин. Смерть любимца народных масс вызвала в людях огромную скорбь! Учитывая такую поддержку в народе, в порыве революционного долга городу было дано название «Ленинград». Таковым он значился более 70 лет... Сменилось за эти годы почти два поколения советских людей, привыкших к Ленинграду... Поддерживать или отвергать такое название ныне еще не время. Стоит только учесть, что великий В.И.Ленин был и великий скромник. И если бы перед его кончиной у него спросили согласия на использование его пар-

тийного псевдонима для переименования Петрограда в Ленинград, вероятнее всего он бы категорично отказал в этом.

Остается только сожалеть, что основанный Петром Великим красивейший российский город из-за ретивости питерских «полудемократов» стал снова называться иностранными словами... В то время выступал в печати весьма известный писатель А.И.Солженицын и рекомендовал переименовать Ленинград в Петроград или в «Свято-Петроград», но на него не обратили внимания вероломные правители города.'

В 300-летний юбилей города весьма привлекает его русское название (с 1914 по 1924 гг.) – «ПЕТРОГРАД». Представляется, что решать это должен всероссийский референдум (с последующим Указом Президента России)!

А Ваше мнение, читатель?

РЕДАКЦИЯ

К сведению читателей журнала «Маркшейдерский вестник»

Редакция получила информационное письмо протоиерея Бориса Чижова и считает себя обязанной довести его содержание до своих читателей и подписчиков.

РУССКАЯ ПРАВОСЛАВНАЯ ЦЕРКОВЬ

ЦЕРКОВЬ ПОКРОВА ПРЕСВЯТОЙ БОГОРОДИЦЫ С.ВОСКРЕСЕНСКОЕ

142400, Московская область
Ногинский район,
с.Воскресенское
тел.(251 или 09651) 4-19-50
4-78-05
6-97-38

ИНН 5031015172
р/с 40703810800000000008
в АКБ "Моссибинтербанк"
г.Москва
БИК 044585106
к/с30101810400000000106

Братья и сестры!

Мучительный поиск идеала правды и истины, заставляет нас присматриваться ко многому происходящему вокруг. Каждый из нас начинает изучать внутреннее содержание духовности человека, потому что земные, материальные блага заиливают живительный духовный ключ, превращая человеческую жизнь в высохшее русло. Человек всё равно покинет этот бранный мир, кем бы он не был на земле, но взять с собой в иной мир не сможет ничего, кроме добрых дел, совершённых во Славу Божию. Смерть – это естественное окончание земной жизни и она не бывает безвременной. У каждого из нас свой отрезок этого пути.

Не всегда внешний облик человека соответствует его внутреннему, духовному состоянию, потому что душа окутана житейским мраком, который разучил человека быть покорным Богу. Духовно слабый человек не может быть сильным в материальной жизни и вся видимая сила – это всего лишь маска, рассчитанная на слабаков. Никто не сможет стать героем, если нет на то Воли Божией. Господь одолеет любого нашего врага, если мы выполняем Заповеди Божий и творим добро, необходимое для нашего духовного очищения.

ЛИТЕРАТУРНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Счастье – это не богатство, не сила, не власть – это душевное спокойствие, когда с нами присутствует Сам Господь, пославший нас в этот мир и давший возможность творить добро для тех людей, которые посланы в этот мир, для нашего вразумления. Бездуховное "величие" привело нас к упадку не только духовному, но и материальному. Некоторые люди стали переоценивать свою значимость и своё участие в этой жизни, нарушая Закон Божий и переступая через Заповеди оставленные нам для спасения души, но они забыли, что для Господа нет преград и стальных дверей, если Он решит наказать, спрятаться и откупиться будет невозможно. По Законам Божиим живёт вся Вселенная и не противится им/только человек всегда пытается сделать вызов Господу своими неразумными поступками и делами.

Господь посылает нам испытания, чтобы смогли взглянуть на свою жизнь иначе. Тот жизненный опыт, который мы приобретаем в результате всего происходящего вокруг нас, позволяет найти опору, имеющую духовный фундамент. Этой опорой для нашего государства всегда была Православная вера, которую вручил нашему народу для сохранения её в чистоте, Сам Господь. Множество испытаний в разные годы безверия пришлось преодолеть православным людям и выстоять с Божией помощью, не озлобиться на своих гонителей, а молиться о их спасении, так как не по злomu умыслу, а по глупости своей и гордыни они совершали беззакония.

Гордость – это страшный и опасный враг каждого из нас. У гордого человека каменное сердце, а на камнях, как известно, не растут даже сорняки, как ни поливай их живительной влагой. Не стоит гордиться неожиданным успехам, которые Господь посылает нам в качестве испытаний, потому что у неожиданного успеха много разных неположительных последствий. Только глупец может гордиться тем, что ему не принадлежит.

Яблоня, имея большой урожай плодов, склоняет свои ветви от большого веса, чтобы не сломать их, а сохранить и для следующего урожая, так и человек умудрённый жизнью, имея большой груз опыта никогда не будет конфликтовать и склонится не перед чьей-то силой, открыв тем самым врата примирения. Мудрость должна присутствовать во всех делах, которые мы замысливаем, лишь бы дела эти не были направлены против Заповедей Божиих, чтобы Господь не разгневался на нас.

Всему своё время. Изгоняя из нас физическую силу, воинственность, непоседчивость, – мы получаем взамен мудрость, которой надо научиться дорожить и умножать. Уставший от пустой жизни человек, сколько бы времени ни прошло, всё равно придёт в храм и склонит свою голову перед Господом, который послал его в этот мир.

Благие дела всегда почтенны. Сегодня Господь предоставил нам возможность восстановить храм, утраченный в годы безверия, но всё же сохранившийся частично до наших дней. Этот деревянный храм Вознесения Господня построен был в 1705 году, по Личному Указу Петра Первого. Есть большая история, которая привлекает многих людей, но есть и маленькие моменты нашей истории, может не всегда заметные, но без них возможно и не было бы той духовной силы, которая сохранилась у нашего народа. Наша ответственность перед будущими поколениями заставляет принимать множество различных решений, но нельзя забывать и о духовной стороне, может быть даже более важной для будущего.

Предлагая принять участие в восстановлении храма Вознесения Господня, хотелось бы найти не просто меценатов, но и единомышленников, которым не безразлична судьба России, её духовная часть. В 2002 году начались реставрационные работы. В январе этого года заготовлен и доставлен до храма строительный лес, который заменит утраченные брёвна. Реставрируется иконостас деревянного храма, который сохранил дух древней эпохи и величие наших предков.

Церковь Покрова Пресвятой Богородицы построена была рядом с храмом Вознесения Господня значительно позже, в 1833 году. За пятнадцать лет, с Божией помощью, церковь восстановлена и теперь Господь направил нас на восстановление рядом стоящего храма. Если Вас заинтересует эта работа и потребуется дополнительная информация, документация или фотографии, Вы сможете посетить село Воскресенское или связаться по телефону, сообщив свой адрес, на который будет отправлено всё необходимое для принятия решения. Также на попечении нашей церкви находится Ногинский детский дом "Светлячок", который тоже нуждается в поддержке. Если возникнет желание посетить детский дом, вы сможете связаться с директором Галиной Васильевной по телефону 8-(251)-5-22-82.

Та посильная помощь, которую посылает Господь нашей православной общине, позволяет кормить при храме малообеспеченных и многодетных прихожан после богослужения и проводить текущие небольшие ремонты подсобных помещений на территории церкви и помогать детскому дому "Светлячок" обустраивать их быт, приобщая к православной вере.

Наше прошлое, во множество раз сильнее настоящего, корни всегда крепче, чем старше. Если Господь поможет Вам принять положительное решение, стать попечителем церкви, буду очень признателен. Многим было предложено принять участие в этой необходимой работе, но не многих выбрала Матерь Божия для Своего храма.

С Уважением к Вам
протоиерей Борис Чижов