

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

О.С. Колесатова

Введение в специальность «Маркшейдерское дело»

*Утверждено Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2010

УДК 622.1 (07)

Рецензенты:

Главный маркшейдер ОАО «ГОП ММК»
Р.Р. Минаев

Главный маркшейдер ОАО «Магнитострой»,
ООО «Гранитный карьер»
О.А. Попкова

Зав. кафедрой ОРМПИ ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»
профессор, доктор технических наук
С.Е. Гавришев

Колесатова О.С.

Введение в специальность «Маркшейдерское дело»: учеб.
пособие. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 71 с.

В учебном пособии изложена история развития маркшейдерского дела, представлены ученые, которые внесли огромный вклад в развитие маркшейдерского дела. Рассмотрены приборы, применяемые при производстве маркшейдерских съемок. Приведены развитие научных исследований в области маркшейдерии, научный вклад кафедр маркшейдерского дела вузов в развитие этих исследований.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело», а также может быть полезно студентам других специальностей, изучающим дисциплину «Геодезия и маркшейдерия».

УДК 622.1 (07)

© ГОУ ВПО «МГТУ», 2010
© Колесатова О.С., 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИСТОРИЯ МАРКШЕЙДЕРИИ	4
1.1. Маркшейдерское дело средневековья	6
1.2. Становление маркшейдерского дела в России	15
2. ОСНОВОПОЛОЖНИКИ МАРКШЕЙДЕРИИ	22
3. ПРИБОРЫ В МАРКШЕЙДЕРИИ.....	34
4. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МАРКШЕЙДЕРИИ	53
4.1. Центральное научно-исследовательское маркшейдерское бюро (ЦНИМБ)	53
4.2. Научный вклад кафедр маркшейдерского дела вузов в развитие маркшейдерии	60
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	70
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	71

ВВЕДЕНИЕ

Маркшейдерское дело играет важнейшую роль в недропользовании, поскольку действующими нормативными правовыми документами на маркшейдерскую службу предприятий-недропользователей возложены весьма ответственные задачи:

- своевременное и высококачественное ведение комплекса маркшейдерских работ и документации, обеспечивающих наиболее полное и комплексное освоение месторождений полезных ископаемых при разведке, проектировании, строительстве, эксплуатации и ликвидации (консервации) горного предприятия, а также эффективное использование недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, безопасное ведение горных работ и охрану недр;
- совершенствование организации и методов ведения маркшейдерских работ на основе широкого внедрения новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта;
- строгое соблюдение государственных интересов (в соответствии с российским законодательством недр и содержащиеся в них ресурсы являются государственной собственностью) при пользовании недрами.

1. ИСТОРИЯ МАРКШЕЙДЕРИИ

Маркшейдерия зародилась в глубокой древности, одновременно с началом добычи полезных ископаемых, что было обусловлено необходимостью измерения и изображения горных выработок рудников. До наших дней сохранились графические материалы, по которым можно составить представление о способах добычи ископаемых, техническом оснащении и орудиях труда, применяемых в те давние времена. В XVI–XIV веках до нашей эры в Египте строили уменьшенные масштабные изображения горных выработок на плоскости. Герон Александрийский (предположительно I век нашей эры) впервые описал способ подземной съемки и ее ориентирования. В своем труде «Диоптрика» Герон Александрийский (I в. н. э.) описывает прибор диоптр, который можно считать предшественником теодолита. В этом же труде Герон приводит правила топографических съемок и дает принципиальное решение задачи проведения выработок навстречу друг другу. При этом он фактически пользуется идеями прямоугольных координат. Грек Эвналий, пользуясь методом Герона, с двух концов горы успешно осуществил сбойку водопроводного туннеля длиной более 1 км.

Раскопками установлено, что горные работы велись еще в конце неолита – позднейшей эпохи каменного века. Большой размах горных работ наблюдается в античную эпоху (конец II тысячелетия до н. э. – середина I тысячелетия н. э.). В это время на развитие горного дела большое влияние оказывали потребности строительства, военного дела, различных ремесел, сельского хозяйства, быта. Горные работы выполнялись открытым и подземным способами. Их технический уровень был крайне низким. Отбойка руды осуществлялась вручную, главным образом, рабами, осужденными и военнопленными. Применялся детский и женский труд. Орудиями служили кайло, лопата, молот, заступ, клин, зубило и т. п. Применялся огневой способ разрушения прочных скальных пород – нагревание с последующим резким охлаждением водой. Для откалывания больших глыб при открытом способе разработки применялось бурение рядов шпуров с забиванием в них клиньев.

На поверхность руду чаще всего доставляли специальные носильщики на руках или спине. Пустую породу оставляли под землей. Из нее сооружали столбы – крепление. Кроме того, крепление горных выработок осуществлялось путем оставления целиков, с помощью дерева, прутьев, тростника. Сечение протяженных горных выработок выполнялось в форме свода.

Условия работы в подземных выработках были ужасными – отсутствовал приток свежего воздуха, нередки были обрушения и человеческие жертвы.

О размерах древних подземных рудников говорят такие примеры. На Синайском полуострове в 2780–2720 гг. до н. э. были сделаны подземные галереи длиной 66 м при площади сечения 4,4 м². В Армении (III тысячелетие до н. э.) длина выработок достигала 150 м. На острове Самос обнаружен построенный в VI в. до н. э. туннель, длина которого 1250 м и площадь сечения 6,3 м. Глубина горных разработок достигала 200 м.

Развитие горного производства привело к необходимости более точной и тесной увязки элементов залежи, горных выработок и ситуации на земной поверхности для более рациональной и безопасной разработки месторождений. Возникла необходимость учета воздействия горных работ на состояние земной поверхности и находящихся на ней объектов. Для решения задачи установления границ между шахтными полями, производства съемок горных выработок, увязки их со съемками поверхности, из среды горняков выделилась группа лиц – **маркшейдеров**. Таким образом, сформировалась новая горная специальность, названная **маркшейдерским искусством**.

1.1. Маркшейдерское дело средневековья

В средние века маркшейдерия начинает формироваться как научная дисциплина. Появление горнодобывающих районов, в которых месторождения, особенно угольные, разрабатывались несколькими владельцами, поставило важную правовую задачу: проведение границ между соседними рудниками как на земной поверхности, так и в толще горных пород. Термин «маркшейдерское дело» произошел от немецкого слова Markscheidenkunst (mark – линия, граница; scheiden – отмечать, устанавливать; kunst – искусство), переводящегося на русский язык как искусство межевания [8].

Как наука, маркшейдерское дело сформировалось в XVI в. в Германии. Основателем является Георгий Агрикола (1556 г.) [1], который в своем труде «О горном деле и металлургии» дал краткий перечень маркшейдерских задач и способов их решения:

1. Маркшейдер измеряет еще не пройденное расстояние между устьем штольни и шахтным стволом, достигшим уровня штольни, или между устьем шахтного ствола и штольней, которая пройдена до места, расположенного под стволом, или между стволом и штольней, когда штольня еще не доведена до ствола, или ствол еще не настолько глубок, чтобы встретиться со штольней.

2. Маркшейдер должен определять в штольнях и других выработках границы, точно соответствующие границам отвода, установленным горным чиновником на поверхности.

Оба рода измерений основаны на измерении треугольников. Измеряют небольшой треугольник и по нему делают заключения о большом треугольнике. При этом необходимо не допускать отклонения от правильной меры, так как, если в начале работы допущена по небрежности весьма малая погрешность, она может повлечь за собой, в конце концов, крупнейшие ошибки.

Треугольники имеют различное строение, так как шахтные стволы отличаются между собой и проводятся различными способами, а склоны гор по-разному спускаются в долину или на равнину. Если имеется вертикальный шахтный ствол, то получается прямоугольный треугольник, имеющий, в зависимости от уклона горы, две равные или три неравные между собой стороны.

Горняку важно знать, сколько сажений (длина около 2 м) остается пройти от штольни до шахтного ствола или от шахтного ствола до штольни для того, чтобы рассчитать предстоящие расходы, а также для того, чтобы владельцы богатого металлом рудника могли ускорить проходку шахтного ствола и приступить к добыче руды, прежде, чем штольня достигнет шахтного ствола и владелец

штольни приступит к добыче руды в ней на основании присущего ему права.

Если в надшахтном шатре нельзя уложить поперечный брус, маркшейдер устанавливает над шахтным стволом два столба с раздвоенными вилообразными верхними концами так, чтобы сверху на них можно было положить поперечный брус (рис. 1). К этому брусу он привязывает шнур, второй конец которого, с подвешенным на нем грузом, опускает в шахтный ствол. Второй шнур, укрепленный у верхнего конца первого шнура, он протягивает по склону горы до устья штольни и закрепляет его конец на почве. Затем он опускает в ствол третий шнур, также закрепленный на поперечине поблизости от первого шнура и снабженный грузом, причем делает это так, чтобы шнур пересекал второй шнур, продолженный в косом направлении.

Он измеряет длину верхней части второго, т. е. наклонного шнура, проложенного вниз до устья штольни, от точки пересечения его с третьим шнуром до точки подвеса первого шнура и записывает этот первый размер.

Далее он измеряет длину перпендикуляра, опущенного из точки пересечения второго шнура с третьим на направление первого шнура, получает, таким образом, треугольник и записывает второй размер.

Если нужно, он измеряет длину первого шнура от вершины угла, образуемого пересечением первого и второго шнуров, до точки на первом шнуре, найденной при втором измерении, и записывает этот размер.

Если вертикальный или наклонный ствол проведен в плоскости той же жилы, по которой проведена штольня, то полученный третий размер, т. е. длина третьей стороны треугольника, равен длине верхней части третьего шнура до точки пересечения его со вторым шнуром.

Во сколько раз величина первого измерения меньше полной длины наклонного, проложенного вниз, шнура, во столько раз надо увеличить величину второго измерения, чтобы получить расстояние от устья штольни до шахтного ствола, проведенного до пересечения с нею. Расстояние между устьем шахтного ствола и почвой штольни определяется соответственным умножением величины третьего измерения.

Если на склоне горы есть плоский уступ, маркшейдер измеряет его линейкой. Затем устанавливает у кромки уступа раму описанного выше вида и измеряет по правилу треугольника эту часть склона. К числу саженей, показывающих размер соответствующей части штольни, добавляется ширина уступа.



Рис. 1. Столбы (стойки) – А; поперечина – В; шахтный ствол – С; первый шнур – D; груз на первом шнуре – Е; второй шнур – F; закрепление того же шнура на земле – G; начало первого шнура – H; устье штольни – I; третий шнур – K; груз на третьем шнуре – L; первый размер (измерение) – M; второй размер (измерение) – N; третий размер (измерение) – O; треугольник – P

Если склон горы такой, что невозможно проложить по прямой линии шнур вниз от устья шахтного ствола до устья штольни или, наоборот, вверх от устья штольни до устья шахтного ствола, маркшейдер производит измерение склона горы для того, чтобы получить правильный треугольник.

Спускаясь вниз, он заменяет первую часть шнура шестом длиной в одну сажень и вторую часть – шестом длиной в полсажени. Поднимаясь вверх, он, наоборот, заменяет первую часть шнура шестом длиной в полсажени, а следующую часть – шестом длиной

в одну сажень. Чтобы построить треугольник, он соединяет полученные углы прямой линией.

Маркшейдер пользуется этими приемами при обмере горы независимо от того, расположены ли шахтный ствол и штольня в плоскости одной и той же жилы, является ли шахтный ствол вертикальным или наклонным, а также в том случае, когда шахтный ствол проводится по вертикальной главной жиле, а штольня – по поперечной жиле, пересекающейся с первой, в месте сбойки ствола и штольни.

Многие маркшейдеры определяют описанным способом, пользуясь тремя шнурами, только длину штольни, а глубину шахтного ствола находят другим способом: натягивают шнуры на ровной поверхности горы, долины или поля (так называемое маркшейдерское поле) и вновь измеряют их.

Другие измеряют глубину шахтного ствола и длину штольни пользуясь двумя шнурами, полукругом с делениями и рейками длиной в 1/2 сажени. Так же, как другие маркшейдеры, они опускают в шахтный ствол шнур, один конец которого закреплен на поперечине, а на другом подвешен груз.

Второй шнур они закрепляют одним концом у начала первого шнура, а другим концом – на почве у устья штольни. Затем верхний конец второго шнура подкладывают снизу под широкую часть дуги с делениями (рис. 2).

Последняя представляет собой полукруг с нанесенными на нее шестью дугами полуокружностей и внешним полукольцом, залитым воском, из которого проведены через первую полуокружность до второй прямые линии, обозначающие середину промежутков между остальными, нанесенными на полукруге, прямыми, которые проведены от воскового полукольца до четвертой полуокружности, причем часть из них выходит за эту полуокружность, а часть нет.

Прямые, заканчивающиеся на четвертой полуокружности, соответствуют мелким делениям рейки, между которыми имеются небольшие промежутки, а прямые, выходящие за четвертую полуокружность, – более крупным делениям. Более длинные линии обозначают середины промежутков между короткими линиями.

Прямые, идущие от пятой и шестой полуокружностей, особого значения не имеют, так же, как прямая, делящая полукруг пополам и идущая от шестой полуокружности к центру. Если при наложении полукруга на шнур стрелка прибора указывает на шестую черту, находящуюся между второй и третьей полуокружностями, маркшейдер отсчитывает на рейке шесть делений. Затем он откладывает отмеченную на рейке длину на втором шнуре столько раз, сколько в длине последнего содержится полусаженей, причем ос-

таящаяся длина шнура указывает, на какое расстояние следует провести штольню до сбойки ее с шахтным стволом.

Если стрелка указывает на шестую черту между четвертой и пятой полуокружностями, маркшейдер отсчитывает шесть более крупных делений на рейке и переносит соответствующую длину с рейки на второй шнур, откладывая ее столько раз, сколько в длине шнура содержится целых саженей. Остаток длины шнура указывает расстояние, на которое следует провести штольню до сбойки ее с шахтным стволом.

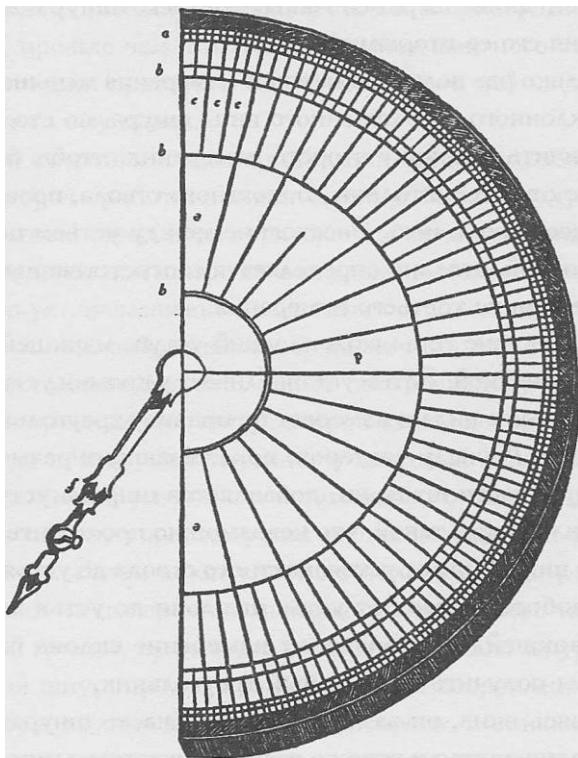


Рис. 2. Навощенное полукольцо *a* на полукруге; полуокружности *b*; прямые линии *c*; радиус *d*; диаметр *e*; стрелка «язычок» *f*

Шнуры натягивают на ровном месте (маркшейдерском поле). Сначала прокладывают наискось первый шнур, представляющий склон горы. Длина второго шнура равна длине штольни, которую следует провести до шахтного ствола. Его натягивают в прямом направлении так, чтобы один конец его касался нижнего конца

первого шнура. Наконец, прокладывают третий шнур также в прямом направлении, чтобы верхний конец его касался верхнего конца первого шнура, а нижний конец – конца второго шнура. Получается треугольник. С помощью прибора со стрелкой, подобного лоту, определяют угол между третьим шнуром и прямым направлением. Длина этого шнура соответствует глубине шахтного ствола.

Многие маркшейдеры для того, чтобы получить более точные измерения глубины шахтных стволов, пользуются пятью шнурами. Первый шнур прокладывается наискось и соответствует склону горы, два шнура – второй и третий – по длине равны длине штольни и два шнура имеют длину, равную глубине шахтного ствола. Шнуры образуют четырехугольник, состоящий из двух равных треугольников. Это обеспечивает большую точность.

Описанный способ измерения глубины шахтного ствола и длины штольни является точным при условии, что жила, а следовательно, и шахтный ствол или стволы, имеют правильное (равномерное) вертикальное или наклонное падение до штольни, а штольня пролегает до шахтного ствола по прямой линии.

Если в стволе или в штольне появились еще до их сбойки искривления в том или ином месте, то никто не сможет определить, насколько эти выработки отклонились от прямой. Когда закончена проходка одной из этих выработок – штольни в длину или шахтного ствола в глубину, определить их отклонения гораздо легче. Местонахождение штольни, пролегающей под шахтным стволом, проходка которого уже начата, определяется следующими измерениями.

Прежде всего, устанавливают треножник у устья штольни и другой – над стволом, проходка которого начата, или в намеченном для проходки месте. Такой треножник состоит из трех стоек одинаковой длины, забиваемых в землю, и квадратной доски, которую кладут на стойки и закрепляют на них. На доске устанавливают прибор, показывающий направления частей света (компас).

Затем с нижнего треножника опускают отвесно шнур с подвешенным грузом и рядом с ним забивают в землю еще одну стойку. К стойке крепко привязывают второй шнур, который протягивают в штольню по прямой линии так, чтобы он ни в одном месте не касался почвы или кровли.

Затем от отвеса у нижнего треугольника протягивают закрепленный одним концом третий шнур по прямой линии по склону горы до стойки, вбитой под верхним треножником, и прочно привязывают там второй конец шнура. Для точного измерения высоты третий шнур должен прикасаться к отвесу, опущенному под ниж-

ним треножником с той же стороны, что и второй шнур, протянутый вдоль штольни.

Когда это выполнено с соблюдением всех правил, маркшейдер, если у него возникает опасение, что шнур, протянутый вдоль штольни, может соприкоснуться в каком-либо месте с ее почвой или кровлей, устанавливает на почве штольни широкий столб и кладет на него прибор, снабженный особой стрелкой и концентрическими восковыми кругами.

Он отличается от прибора со стрелкой, описанного в книге третьей (горный компас). При помощи этих приборов, применяя их подобно линейке и угольнику, определяют, расположены ли шнуры, протянутые вдоль штольни, по прямой линии или же они на одних участках прямолинейны, а на других отклоняются к почве или кровле.

Оба прибора снабжены делениями, причем на приборе с магнитной стрелкой 24 деления, а на диске – 16, а именно: четыре главных направления, каждое из которых делится на четыре части. На обоих приборах имеются восковые кольца: на компасе семь, а на другом приборе – только пять. При пользовании приборами маркшейдер наносит на этих восковых кольцах черточки, отмечая этим направления, в которых натянуты шнуры.

На диске (приборе с пятью кольцами) сделан прорез от центра шнура до периферии. В прорез вставляется железный винт, к которому привязывают второй шнур и затем ввинчивают его в столб так, чтобы диск был неподвижен. Чтобы второй шнур, а также и остальные натянутые шнуры, не могли сорваться с винта, на головку последнего надевают тяжелый кусок железа. Второй прибор со стрелкой устанавливают рядом с винтом, не закрепляя, так как в нем нет отверстия.

Чтобы прибор не отклонялся вперед или назад, что вызвало бы преувеличение измеряемой длины по сравнению с ее действительной величиной, маркшейдер устанавливает на приборе уровень, стрелка которого указывает на нуль, а не на какое-либо число, если прибор не отклоняется в ту или другую сторону.

После того, как маркшейдер исследует отдельные углы штольни и измерит ту часть штольни, которая подлежит обмеру, он приступает к измерению на поверхности и тщательно замеряет все углы. К вершине каждого угла он присоединяет прямолинейный шнур в направлении, которое определяется расчетом и измерением треугольников. Затем он натягивает наискось шнур под углом, соответствующим уклону горы так, чтобы нижний конец этого шну-

ра соприкасался с началом прямолинейного шнура. Затем он натягивает третий шнур в прямом направлении и под таким углом, чтобы верхний конец его касался верхнего конца второго шнура, а нижний конец – заднего конца первого шнура. Длина третьего шнура указывает глубину шахтного ствола и место сбойки штольни со стволом.

Если к штольне ведут один или несколько шахтных стволов через промежуточные выработки, то маркшейдеру легче определить глубину подлежащего проходке шахтного ствола, если он начнет измерения с верхнего, ближайшего к поверхности, ствола, а не от устья штольни. Сначала он измеряет на поверхности расстояние между уже пройденным стволом и стволом, намечаемым к проходке, затем – уклон (угол падения) всех стволов, которые следует измерить, длину всех квершлагов, соединяющихся каким-либо образом со стволами и ведущих к штольне, и, наконец, готовую часть штольни. После того, как это исполнено в соответствии с правилами, маркшейдер определяет глубину шахтного ствола и место сбойки его со штольней. Иногда там, где раньше был только наклонный ствол, приходится проводить довольно глубокий вертикальный ствол для того, чтобы можно было производить подъем и выдачу руды с помощью машин по прямому направлению. Надобность в этом возникает, когда машина, приводимая в движение лошадьми, установлена на поверхности или под землей, а также при машинах, приводимых в движение водой.

Когда требуется провести такой ствол, маркшейдер сначала укрепляет железный винт в верхней части старого ствола и опускает от этой точки шнур до первого изгиба (закругления) в стволе, где он укрепляет второй винт и спускает шнур до следующего изгиба (закругления). Он повторяет этот прием несколько раз до тех пор, пока последний шнур не достигнет наиболее глубокой точки ствола. Затем он прокладывает к каждой части шнура дугу с делениями (описанный выше прибор), делает отметку на восковом кольце как можно ближе к линии, на которую указывает стрелка прибора, и обозначает эти отметки номерами, чтобы не спутать их последовательность. Затем он измеряет отдельные части шнура другим шнуром, изготовленным из липового лыка.

Поднявшись из шахтного ствола, маркшейдер переносит отмеченные точки с полукруга с делениями на какой-либо другой полукруг, покрытый воском (рис. 3). Наконец, он натягивает шнуры на ровном месте, измеряет углы по правилам измерения треугольников и определяет, на каком месте лежачего или висячего бока следует удалить породу для проходки вертикального ствола.

Если нужно указать владельцам рудника место в квершлагае или штольне, из которого следует начать для ускорения работ (сбойки) одновременную проходку ствола вверх и вниз, маркшейдер начинает измерения в нижнем квершлагае или штольне в точке, которая находится приблизительно на длину одного шнура позади того места, в котором данная выработка будет пересечена стволом, проходимым в глубину.

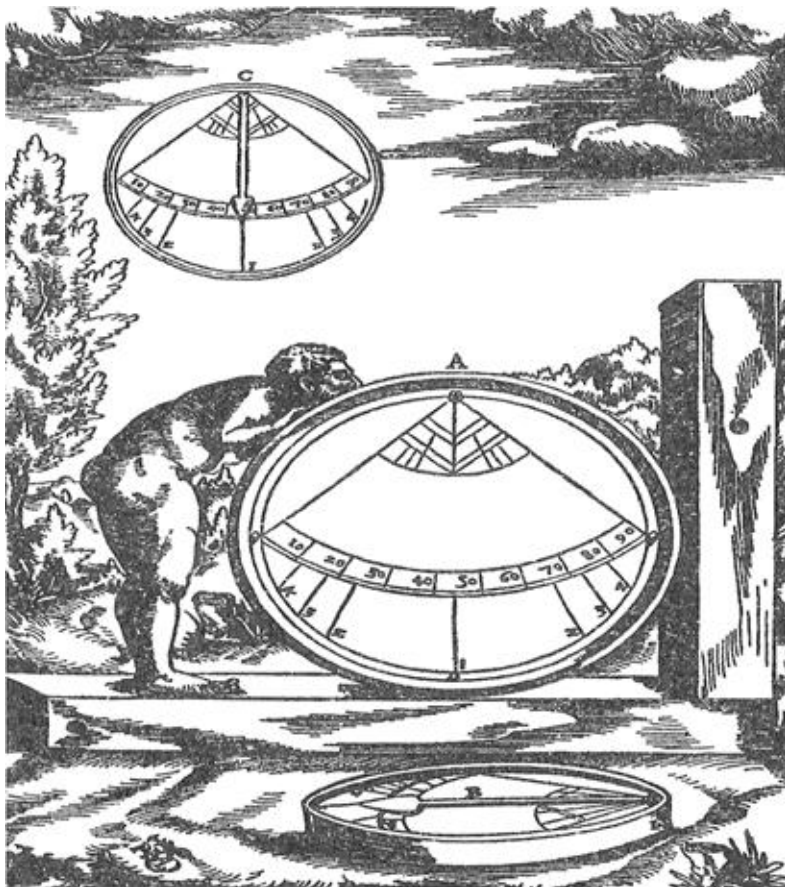


Рис. 3. Уровень А; его стрелка («язычок») – В;
уровень со стрелкой – С

Измерив расстояние по квершлагау или штольне до старого ствола, идущего к верхнему квершлагау, он измеряет с помощью дуги с делениями или делительной полуокружности уклон (угол

падения) этого ствола, а затем таким же путем – верхний квершлаг и уклон ствола, который проводится из этого квершлага до сбойки со стволом, проводимым сверху вниз.

Далее он еще раз натягивает на ровном месте все шнуры, причем последний шнур располагает таким образом, чтобы он соприкасался с первым шнуром, и производит измерения шнуров. Этими измерениями маркшейдер определяет, в каком месте квершлага или штольни надо начать проходку ствола снизу вверх и сколько саженей надо пройти по жиле до сбойки обеих частей ствола.

1.2. Становление маркшейдерского дела в России

Интенсивное развитие горного дела в России связано с реформаторской деятельностью Петра I. На начальном этапе отечественная маркшейдерия развивалась под влиянием немецкой школы.

Это объясняется тем, что горная промышленность Германии была на то время относительно развитой: в стране существовали мастерские, выпускавшие геодезические и маркшейдерские приборы, на высоком уровне находилось горное образование. В Германию на обучение из России направлялись молодые люди, для работы на горных предприятиях приглашались немецкие специалисты, из Германии импортировались измерительные приборы и приспособления. По указанию Петра I были открыты мастерские по ремонту измерительных приборов, а затем и по изготовлению некоторых из них. Например, мастерская при Академии наук изготовляла астролябии, компасы, квадранты. Академия наук ведала образцовыми мерами, в том числе угловых единиц.

Сознавая необходимость независимого развития Российского государства, Петр I активно развивал отечественную промышленность и систему образования.

Горные и маркшейдерские кадры стали готовить в школах, организованных В. Генниным в Петрозаводске (1713 г.) и В.И. Татищевым на Урале (1720 г.). Они были видными специалистами горного дела и почти одновременно издали свои труды, сыгравшие значительную роль в организации горного производства.

По правительственному заданию В.И. Татищев в 1734 г. составил «Заводской устав» [2].

В гл. VI «О должности главного горного межевщика или обер-маркшейдера» этого устава записано:

«1. О его общей должности и власти над подчиненными

Сей должен быть человек в горных и других тому потребных науках довольно искусный, а к тому верный и прилежный; ему под-

чинены в особое внимание горные межевщики, лесные надзиратели, геодезисты и школ учителя, и для того повинен он о всем принадлежащем к тому обстоятельству известия в Канцелярию Главного Правления в тех делах правильные и полезные со всем давать, над подчиненными прилежно надзирать и за добрые поступки к награждению и повышению удостоивать, а неприлежных и преступников смирять и от вреда удерживать...»

Заметим, что должность обер-маркшейдера приблизительно соответствовала должности окружного маркшейдера. Нахождение в его подчинении лесных надзирателей и геодезистов объясняется тем, что в горный округ обычно входили лесные угодья и требовался систематизированный надзор за вырубкой деловой древесины с выделением для этого соответствующих участков леса, нанесением их на планы поверхности. В «Заводском уставе» записано: «Не меньше иметь ему крепкое над всеми казенными и партикулярными заводами, чтоб с лесами порядочно поступали, их берегли, а напрасно не тратили..., непорядки запрещать, а к правильным понуждать». В обязанности обер-маркшейдера вверялось составление сводных карт всех уездов и провинций, входящих в горный округ. Для этого в его распоряжение были приданы геодезисты. Составленные ими карты с описанием предписывалось посылать в Академию наук.

В разделе 2 «О Геометрии и Архитектуре подземной» (гл. VI) записано:

«Наипаче всего должен он подкопную меру и укрепление копей совершенно знать, для которого ему каждой рудокопи, ежели слоевая или жильная где шахтами или штольнями руда добывается, правильные плоские прорезные чертежи иметь, в признаки руды, куда склоняется, какие укрепления есть и для крепости копать запрещено и где коего года работали, по прошествии года назначивать, и тако оные чертежи для всякого случая сугубо в Главной Канцелярии и у себя иметь...»

Обращает на себя внимание краткость изложения не только в приведенных выдержках, но и во всем «Заводском уставе», причем без ущерба для смысла.

В труде В. Геннина «Описание Уральских и Сибирских заводов» (1735 г.) дан перечень задач, выполняемых маркшейдерской службой тех лет, и, в частности, сказано: «Сие есть подземная геометрия и его наука состоит, дабы он подземные штольни, орты, квершлагы, штреки, штробени и шахты снимал на планы и с оных сочинял прорезы».

В трудах В.И. Татищева и В. Геннина четко очерчен круг основных работ, выполняемых маркшейдером [6]:

- 1) съемка горных выработок;
- 2) составление планов горных выработок с нанесением на них элементов залегания полезного ископаемого, отражением динамики горного производства, с элементами управления горным давлением;
- 3) межевание рудников – установление границ горных отводов и надзор за соблюдением границ между рудниками, принадлежащими разным владельцам;
- 4) решение задач, связанных с проведением горных выработок;
- 5) выполнение функций, не относящихся к горному производству, составление географических карт, надзор за лесоразработками, состоянием дорог и мостов, постановкой специального образования.

Важное значение для развития горной, в том числе и маркшейдерской, науки имели труды великого русского ученого М.В. Ломоносова. В 1763 г. он опубликовал труд «Первые основания металлургии или рудных тел», в гл. V которого «О измерении рудников» описаны работы, выполняемые маркшейдерами, а также рассмотрены инструменты, используемые при измерении подземных выработок: висячий компас (рис. 4), квадрант (рис. 5), мерный жезл (сажень), линейки, транспортир и т. д.

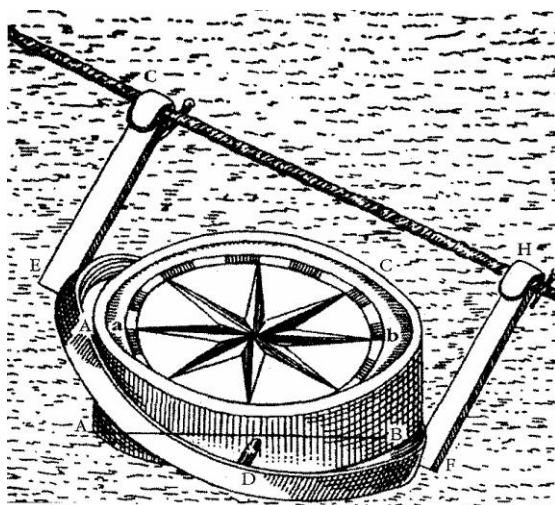


Рис. 4. Висячий компас

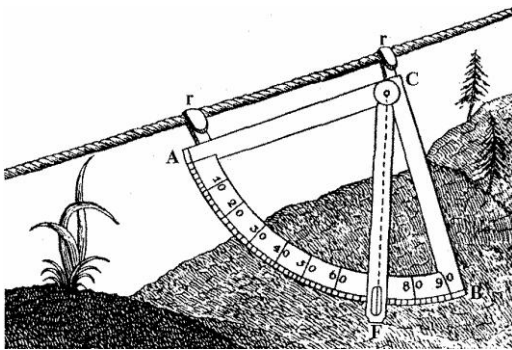


Рис. 5. Квадрант

Все многообразие частных задач по проведению выработок, описанных в учебниках немецких авторов, М. В. Ломоносов обобщил и свел к решению четырех задач.

Задача первая. Когда будет штольня горизонтальна, а шахтный ствол перпендикулярен (рис. 6). Однако штольня от прямой линии отходит в сторону, но при этом на поверхности земли необходимо узнать место, с которого к концу штольни этот самый шахтный ствол прокопать надо, то поступают следующим образом.

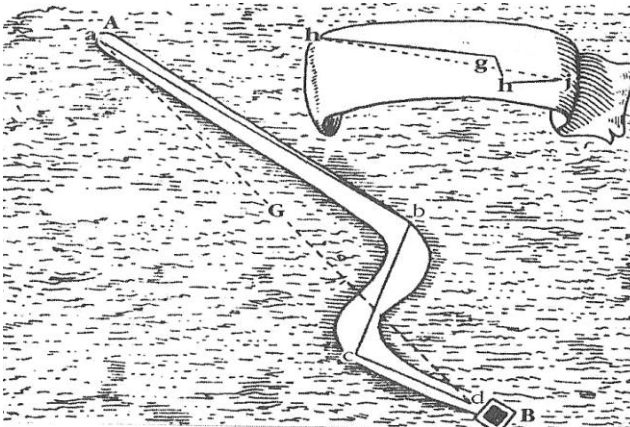


Рис. 6. Сбойка вертикальных и горизонтальных горных выработок при условии, что поверхность земли равнина

Пушкой будет искривившаяся в стороны горизонтальная штольня АВ, в которой прямую линию веревки протянуть нельзя. Для этого надо веревку за вбитые в стену штольни гвозди abcd привязать, разделить на четыре части и потом, навесив компас на веревку

ку ab , записать значение угла. Таким же образом и прочие части веревки bc и cd измеряют значение угла и длину от угла до угла.

А потом берут с уменьшенного масштаба сажени и прочие части, выносят на бумагу линией с их углами g и h . И от конца линии h к концу l проводят прямую линию hl и в масштабе измеряют. Это и будет расстояние от конца штольни A до устья шахтного ствола B .

Поверхность земли горизонтальна, то по значениям углов, в которых прямая линия hl на бумаге лежала, по компасу протянуть веревку, и по ней отмерить такое же расстояние, какое было на чертеже, только в масштабе – это и будет то самое место, где шахтный ствол перпендикулярен, к концу штольни A копать надлежит.

Задача вторая. Когда штольня не совсем горизонтальна или поверхность земли гориста, то необходимо измерять наклоны и перегибы, навесив на веревку квадрант с отвесом, значения углов длин линий.

Пускай будет под горою AB (рис. 7) штольня $EFHG$, в которую сверху проведен один шахтный ствол DE , и требуется узнать место, в котором бы к концу штольни G этот самый шахтный ствол прокопать.

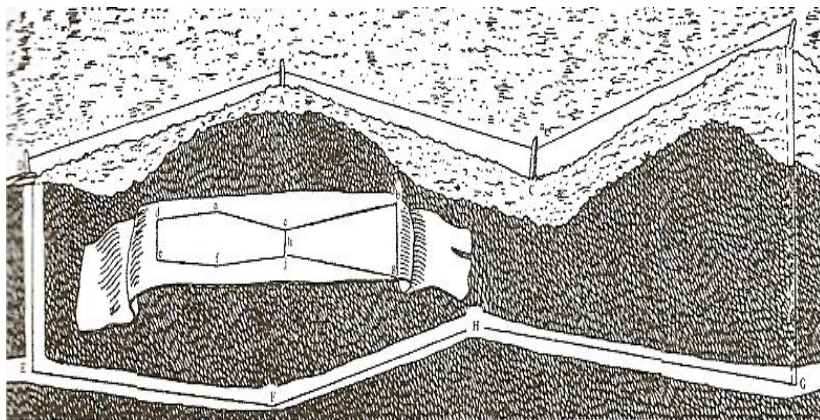


Рис. 7. Сбойка вертикальных и горизонтальных горных выработок при условии, что поверхность земли гориста

Из-за этого в шахте веревку протянуть прямо нельзя, поэтому ее в изгибах F и H ко вбитым гвоздям привязывают, и в каждой части измеряют наклонение навешенным квадрантом, а длину – саженью.

Подобным образом и на поверхности земли, вбив колья на вершинах гор A и B и в долине C , по ним развязанную веревку вы-

тягивают в ту же сторону, в которую штольня лежит по компасу. Длину частей DA, AC измеряют, а последней CB нет, но только метят ее наклонение квадрантом. И после длины частей веревки с их наклонениями на бумагу выносят в масштабе, где ломаная линия $efhg$ будет подобна протянутой веревке EFGH. Линию $сб$ проводят столь далеко на бумаге, чтобы она была длиннее штольни или далее. После этого надо провести к горизонту перпендикулярную линию gb от конца штольни кверху, где она пересечет линию be . От того места измеряют по масштабу расстояние от $с$ до B , которое саженями по веревке отмерено от C , и которое покажет то место в B , где самый шахтный ствол необходимо копать; gb , снятая по масштабу линия, покажет глубину этого шахтного ствола, который будет прокопан от B к G в саженях.

Задача третья. Наклон крутых и пологих шахтных стволов от перпендикуляра можно измерить квадрантом, навесив его на веревку AB (рис. 8), и измерить. А затем выносят на бумагу, проводят линии, параллельные отвесу, с каждого конца шахтного ствола – d и bc .

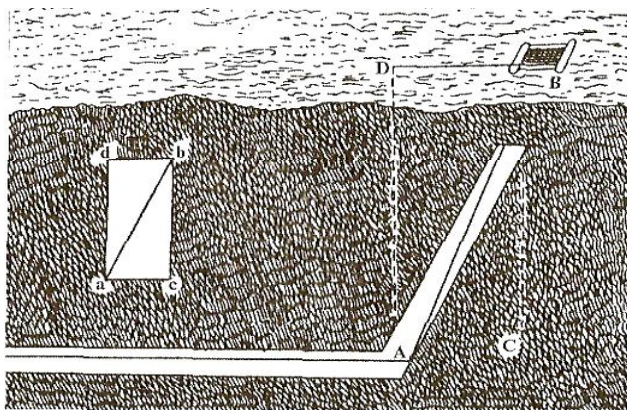


Рис. 8. Измерение наклона крутых и пологих шахтных стволов от перпендикуляра

Потом измеряют в масштабе расстояние db , которое будет мерой на сколько нижний конец A шахтного ствола отклонился от верхнего B .

Рудники, которые как в рассуждении глубины, так и ширины, склоняются, необходимо через оба помянутые способа совокупно вымеривать. То есть на каждой протянутой части веревки компас и квадрант навешивать и как вертикальное, так и горизонтальное склонение замечать, и после по масштабу на бумагу сносить два

раза. Первое ради горизонтального, а второе ради вертикального склонения.

Задача четвертая. Установление границ между участками, принадлежащими разным владельцам (рис. 9).

Пусть рудник DEFGHIL будет состоять из двух шахтных стволов DEF и GH и двух штолен FG и HL. На поверхности земли граница А. Надобно сыскать в штольне HL пункт или предел, который участникам оную против их межи разделяет. Тогда надлежит поступать как и прежде, т.е. протянуть вервь от термина А к устью шахты, привязав ее в BCD, по рассуждению долов и гор к кольям. Так же и в шахтах и штольнях поступая, провести надлежит вервь, привязав в DEFGHL. После того, измерив склонение и наклонение частей верви, вынести чертеж на бумагу, как изображается в abcdefhl, по уменьшенному масштабу. От литеры а, которая на поверхности земли в А между значит, провести к горизонту перпендикулярную линию ai, которая пересечет линию hl в i. От сего места надлежит масштабом смерить до литеры h, которая мера будет значить то, сколько подлинных сажений надлежит в штольне HL отмерить одному участнику, начиная от H.

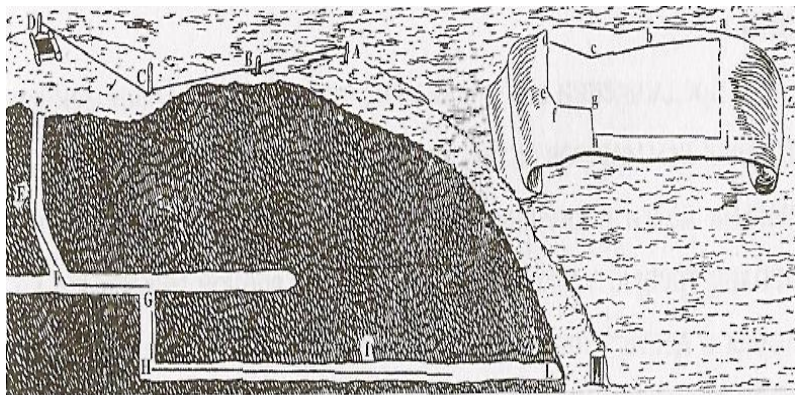


Рис. 9. Установление границ между участками, принадлежащими разным владельцам

Этот пример служит в рудниках, не имеющих в стороны наклона, которое компасом измерено быть может, а в тех рудниках, которые во все стороны склоняются, надлежит углы вымеривать компасом и квадрантом, и все измерение на бумагу выносить два раза.

Заключение. По сим правилам можно во всяких случаях и обстоятельствах рудники измерять. В предложении сих правил не

поступал я по обыкновенным горных землемеров установлениям, для того, что правила их весьма долги и скучных выкладок полны и логарифмических таблиц требуют, что видно в Фохтовой горной геометрии, которая в десять напечатана. Я последовал в сем больше Георгию Агриколе, которого правила о горной геометрии только десять полулистов заняли. Однако здесь еще некоторые обстоятельства и инструменты переменены, а иные отставлены, для того, что излишни показались.

2. ОСНОВОПОЛОЖНИКИ МАРКШЕЙДЕРИИ

Профессор В.И. Бауман

Владимир Иванович Бауман стоит первым в ряду создателей отечественной маркшейдерии.

Родился В.И. Бауман в 1867 г. в г. Мензелинске Уфимской губернии. После окончания Казанского реального училища осенью 1884 г. поступил в Санкт-Петербургский горный институт. В 1890 г. окончил институт по первому разряду и в течение последующего года работал в Геологическом комитете, изучая способы исследования минералов и горных пород с помощью микроскопа.



С 1891 г. Владимир Иванович преподавал геодезию, горное и маркшейдерское искусство в Красноуфимском промышленном училище. В 1895 г. он переходит на должность ассистента кафедры горного и маркшейдерского искусства Санкт-Петербургского горного института и через год командировается в Германию для ознакомления с постановкой маркшейдерского дела на горных предприятиях и преподаванием маркшейдерского искусства в высших школах. Вернувшись в Россию, он в октябре 1899 г. защищает диссертацию на тему «О выборе системы координат для маркшейдерских карт и планов» и вскоре назначается на должность экстраординарного профессора только что созданной кафедры геодезии и маркшейдерского искусства.

Начало профессорской деятельности В.И. Баумана совпало с кануном революции 1905 г. Революционные идеи находили отклик в кругах прогрессивных деятелей высшей школы. В.И. Бауман принимал активное участие в революционном процессе. Он борет-

ся за автономию высшей школы, поддерживает передовые взгляды студентов, защищает их от репрессий. В знак протеста против вмешательства администрации в общественную жизнь института профессора В.И. Бауман, В.В. Никитин, И.П. Долбня, К.И. Богданович, Н.Н. Яковлев и адъюнкт Л.И. Лутугин покидают институт. И лишь после того, как под воздействием революционного движения атмосфера в институте стала более либеральной, по приглашению совета института они возвращаются к прежней деятельности.

Педагогический талант В.И. Баумана проявился в создании полного для того времени курса маркшейдерского искусства, в котором нашли отражение вопросы формирования опорных сетей на поверхности, производства соединительных съемок, теодолитной рудничной съемки и нивелирования, составления планов горных выработок, обработки результатов измерений с привлечением метода наименьших квадратов. В основу составленного Бауманом первого отечественного учебника «Курс маркшейдерского искусства» (1905 г.) положен аналитический подход к решению основных маркшейдерских задач. В нем впервые систематизированы вопросы уравнивания маркшейдерских построений и оценки их точности, основанные на принципе наименьших квадратов.

По инициативе В.И. Баумана в 1921 г. в Петроградском горном институте было открыто самостоятельное отделение (специальность) для подготовки горных инженеров-маркшейдеров. В.И. Бауманом были разработаны основные положения учебного плана и программы обучения маркшейдерской специальности. Опыт Петроградского (затем Ленинградского) горного института явился основой для организации высшего маркшейдерского образования в других вузах страны. Замечательный педагог и прекрасный лектор, В.И. Бауман способствовал углубленному изучению геодезии и маркшейдерского искусства студентами не только маркшейдерской, но геологической и горной специальностей.

Работая совместно с замечательным геологом Л.И. Лутугиным над картированием геологической обстановки Донецкого каменноугольного бассейна, он пришел к твердому убеждению в необходимости введения для крупных горнопромышленных районов единой системы координат, без которой невозможно создание общей геологической характеристики месторождения в целом. По его инициативе в 1906 г. при Горном ученом комитете была создана Особая комиссия по пересмотру положения маркшейдерского дела, в которую вошли видные ученые, профессора Ф.Н. Чернышев, Б.И. Бокий, А.А. Скочинский и др. Комиссия одобрила составленный В.И. Бауманом «Проект положения об устройстве маркшейдерского дела в России». В число основных мероприятий

В.И. Бауман включил введение единой системы координат и реорганизацию маркшейдерской службы. Теоретические основы единой системы были разработаны в его диссертации. Применительно к Донецкому бассейну он предложил систему координат с ориентированием осей в соответствии с господствующим простиранием пород. В 1909–1913 гг. по «системе Баумана» была создана триангуляция Донбасса, прослужившая более 20 лет – до перехода к единой для всей страны системе координат Гаусса-Крюгера.

Большой вклад внес В.И. Бауман в горную геометрию. Его работы по определению простирания и угла падения пласта (1888 г., 1912 г.), по геометрии дизъюнктивов (1907 г.) и подсчету запасов полезных ископаемых (1908 г.), включение им специальной дисциплины «горная геометрия» в учебный план маркшейдерской специальности свидетельствуют о большом значении, которое В.И. Бауман придавал геометризации недр, о его вкладе в развитие отдельных вопросов горной геометрии. Классификация дизъюнктивов Баумана, правила Баумана по заданию выработок на перемещенный блок, две формулы Баумана по вычислению площади и объема залежи сложной формы, прочно вошли в специальную и учебную литературу по горной геометрии и не утратили своего значения в наше время.

Значителен вклад В.И. Баумана в прикладную геофизику. В процессе исследования точности магнитного ориентирования горных выработок он заинтересовался возможностью обнаружения магнитных руд с помощью приборов с магнитной стрелкой. По решению совета института он командировается (1908 г.) в Швецию для ознакомления с магниторазведкой, применяемой там с XVII в. В результате им был разработан более совершенный метод разведки и обработки магнитных съемок, получивший название «метод Баумана». В 1914 г. под руководством В.И. Баумана начинаются многолетние магнитные съемки на Урале и в Сибири. В.И. Бауман состоял членом комиссии по магнитным съемкам при Академии наук, работал заведующим магнитометрическим бюро Геолкома, написал «Курс магнитометрии», был инициатором создания первого в стране геофизического института – института прикладной геофизики (ИПГ), который позднее был переименован во Всесоюзный научно-исследовательский институт разведочной геофизики (ВИРГ) им. В.И. Баумана.

Инженерная деятельность В.И. Баумана выражалась в непосредственном участии в триангуляционных и магнитометрических работах.

Съезд маркшейдеров Юга и Юго-Востока России, состоявшийся в Харькове в 1909 г., одобрил предложенную Бауманом рефор-

му маркшейдерской службы и создал Общество маркшейдеров Юга России, избравшее В.И. Баумана своим председателем. С этих пор появился термин «реформа Баумана». В.И. Бауман был также инициатором созыва в 1913 г. Первого Всероссийского съезда маркшейдеров, который состоялся в Санкт-Петербургском горном институте. Основные тезисы доклада В.И. Баумана:

- триангуляционные работы, аналогичные выполненным в Донбассе, должны быть проведены и в других горнопромышленных районах страны;

- маркшейдерские съемки на поверхности должны входить в общий цикл съемочных работ страны;

- функции маркшейдеров на рудниках должны быть отделены от функций маркшейдерского правительственного надзора.

Последний тезис требует пояснения. В дореволюционной России маркшейдерия официально была представлена правительственными (окружными) маркшейдерами, которые имели право за особую, взимаемую с рудников, плату производить маркшейдерские работы и одновременно как правительственные чиновники контролировать правильность ведения маркшейдерских планов. Такие функции самоконтроля приводили к злоупотреблениям и снижению уровня и качества маркшейдерского обеспечения горных работ. Частным же маркшейдерам, работающим на рудниках, не разрешалось подписывать планы, даже если они имели высшее маркшейдерское образование, полученное, как правило, за границей. Суть реформы Баумана состояла в отделении функций рудничных маркшейдеров от функций контролирующих органов и в создании института ответственных (присяжных) маркшейдеров, работающих на рудниках, подпись которых придавала бы планам официальный характер. В необходимых случаях такие маркшейдеры должны были выдержать в одном из вузов страны дополнительный теоретический экзамен по специальной программе.

Осуществить реформу Баумана в условиях царской России оказалось практически невозможно. Это нанесло значительный урон маркшейдерскому делу страны, который в дальнейшем был усугублен мировой и гражданской войнами и послевоенной разрухой. Прежний правительственный аппарат маркшейдерского надзора сошел со сцены, резко уменьшилось количество рудничных маркшейдеров. В этих условиях исключительно важную роль сыграла новая инициатива В.И. Баумана по созыву в Петрограде Второго Всероссийского маркшейдерского съезда. Этот съезд (1921 г.), а также региональные съезды южных и уральских (совместно с сибирскими) маркшейдеров, рассмотрели основные положения реформы Баумана и решительно выступили за ее принятие. Дек-

ретом Совнаркома от 30.01. 1922 г., реформа Баумана была узаконена. Был учрежден Горный надзор при Главном управлении горной промышленности ВСНХ, в состав которого на правах самостоятельного органа входил маркшейдерский отдел. На местах были созданы Горные округа (также с маркшейдерскими отделами). 8.06. 1922 г. принимается постановление ВЦИК и Совнаркома о производстве горнотехнических маркшейдерских работ, подписанное М.И. Калининым и А.Д. Цюрупой. В этом постановлении, в частности, регламентируется: «...Для производства отводов, выполнения маркшейдерских и топографических работ, контроля маркшейдерских планов, разрезов и журналов к ним, учредить в составе управления горного надзора должности окружных маркшейдеров.

Для производства маркшейдерских съемок и составления планов и разрезов разработок и журналов к ним обязать все горные предприятия иметь ответственных маркшейдеров».

Таким образом, почти четверть века упорных и настойчивых усилий В.И. Баумана увенчались успехом. Для этого ему потребовалось организовать три съезда маркшейдеров, выступить на них с обстоятельными докладами, основанными на результатах детального обследования фактического положения маркшейдерской службы. Принципиальные положения реформы Баумана четко просматриваются и в современной структуре маркшейдерской службы горнодобывающей промышленности СССР.

Будучи консультантом Центрального управления горного надзора, В.И. Бауман руководил работами по составлению «Положения о производстве маркшейдерских работ в горных округах РСФСР». В нем определены функции маркшейдерского надзора, права и обязанности ответственных маркшейдеров, их помощников и окружных маркшейдеров. В.И. Бауманом составлена первая советская «Инструкция для производства маркшейдерских работ в горных округах». В ней, в частности, записано: «...Ответственный маркшейдер несет ответственность за правильность и точность своих работ... Он не избегает этой ответственности ссылкой на погрешности и недостатки своих инструментов или примененного способа измерений, или на указания, которые ему даны ответственным руководителем предприятия или другими лицами относительно выполнения работ.

...Ответственный маркшейдер несет полную ответственность за работы своих помощников как за свои собственные».

В.И. Бауман обладал высокой культурой, пользовался общей любовью и уважением, был обаятельным человеком, хранителем и продолжателем лучших традиций русской интеллигенции.

В.И. Бауман оставил после себя плеяду замечательных учеников, среди которых особое место занимают талантливые продолжатели его дела – Иван Михайлович Бахурин и Николай Георгиевич Келль – инициаторы многих начинаний, способствовавших формированию современной маркшейдерии.

Профессор П.М. Леонтовский

Петр Михайлович Леонтовский окончил в 1894 г. Киевский университет, а в 1901 г. Санкт-Петербургский горный институт. С 1903 г. начал работать в Екатеринославском высшем горном училище, где подготовил диссертацию на тему «Практическое применение теории случайных ошибок непосредственных наблюдений». После ее защиты в 1906 г. становится профессором Екатеринославского училища (ныне Днепропетровский горный институт).



П.М. Леонтовский был не только одним из основоположников отечественной маркшейдерии – он был в числе тех русских ученых, которые делали первые шаги в новом научном направлении – горной геомеханике. Так, первой печатной работой П.М. Леонтовского была статья «Влияние обрушений в рудничных выработках на дневную поверхность» (1903 г.), определившая одно из основных направлений его дальнейших научных интересов. П.М. Леонтовский активно добивался реализации систематических наблюдений в России за сдвигами поверхности, вызванными горными работами. Он посетил Германию, где подробно ознакомился с постановкой систематических наблюдений.

В 1911 г. П.М. Леонтовский предоставил Особой комиссии при Екатеринославском отделении Русского технического общества «Проект организации, плана и сметы работ по систематическому исследованию рудничных обрушений и оседаний пород и дневной поверхности и их последствий в Донецком и Криворожском бассейнах». Этот проект был одобрен указанной Комиссией, председателем которой был П.М. Леонтовский и в состав которой входили такие авторитетные деятели горного дела, как проф. А.М. Терпигорев и проф. М.М. Протодьяконов. В 1912 г. П.М. Леонтовский доложил свой проект Второму Всероссийскому съезду деятелей по практической геологии в Петербурге. Особой резолюцией съезд

признал настоятельно необходимым приступить к всестороннему изучению этого вопроса, имеющего большое значение для охраны сооружений, железных дорог и водных объектов. Надо отметить, что программа П.М. Леонтовского отличалась широтой и тщательностью методической проработки. Программа предусматривала, например, измерение не только вертикальных, но и горизонтальных сдвижений, тогда как все известные к тому времени правила основывались в лучшем случае на результатах нивелирных наблюдений.

В 1913 г. П.М. Леонтовский издает монографию «Литература об обрушении и оседании пород в рудниках и о влиянии их на дневную поверхность», в которой впервые обобщаются все накопленные к тому времени в зарубежной и отечественной технической литературе данные о геомеханических процессах и явлениях, сопровождающих подземную разработку полезных ископаемых. Предложенные им Второму Всероссийскому съезду маркшейдеров (1921 г.) правила построения целиков базировались на иностранном опыте. В своем докладе съезду проф. П.М. Леонтовский с горечью отмечал: «Многолетние попытки автора побудить горный правительственный надзор и рудничные администрации приступить к систематическим наблюдениям (хотя бы в Донецком и Криворожском бассейнах) успехом не увенчались».

Велики заслуги П.М. Леонтовского и в области горной геометрии. На основе критического изучения иностранных источников и их научного обобщения он предложил свою классификацию дизъюнктивных нарушений и сформулировал простое и универсальное правило отыскания смещенной части залежи полезного ископаемого. Им детально рассмотрены три метода решения горно-геометрических задач – аналитический, тригонометрический и графический. Наибольшее практическое применение до сих пор имел графический метод, однако, с появлением ЭВМ возрождается интерес к первым двум методам. В этих условиях численные решения П.М. Леонтовского могут оказаться весьма полезными.

Значителен вклад П.М. Леонтовского в теорию и практику уравнительных вычислений и оценки точности получаемых результатов. Об этом свидетельствуют упомянутая выше диссертационная работа, которую он опубликовал в 1906 г., и ряд его статей. Например, в статье «Сокращенный способ уравнивания триангуляции малых (рудничных) участков» (1905 г.) делается попытка снизить трудоемкость обработки посредством некоторого упрощения принципа наименьших квадратов. Надо также отметить ряд его работ по методам замера искривлений разведочных скважин, а также опередившую время идею устройства нивелира-

автомата, предложения по зеркальным способам примыкания к створу двух отвесов.

Педагогический талант П.М. Леонтовского ярко выразился в его капитальном труде «Маркшейдерские задачи», состоящем из пяти частей. Этот труд в течение долгого времени оставался ценнейшим учебным и справочным пособием для всех, кто всерьез интересовался маркшейдерским делом.

Профессор П.К. Соболевский

Петр Константинович Соболевский опубликовал небольшое количество работ (всего 14), но идеи, изложенные в них, явились основой нового научного направления – *геометрии недр*. Именно развитием горно-геометрического направления отечественная маркшейдерия во многом обязана П.К. Соболевскому, и это направление до сих пор выгодно отличает нашу маркшейдерскую науку от зарубежной. В настоящее время, благодаря использованию нашего опыта, геометрия недр прочно входит как отдельная дисциплина в маркшейдерскую науку многих стран и особенно стран социалистического содружества.



После окончания в 1889 г. Курской гимназии П.К. Соболевский поступил в Санкт-Петербургский горный институт. Через год, осознав необходимость получения основательной физико-математической подготовки, он поступает в Санкт-Петербургский университет, одновременно изучает астрономию в Пулковской обсерватории, геодезию и иностранные языки. Более того, он находит время даже для занятий в Санкт-Петербургской консерватории.

Получив довольно высокую теоретическую подготовку в смежных с маркшейдерским делом предметах, П.К. Соболевский с 1895 г. продолжил обучение в Горном институте, окончив его в 1898 г.

Работая затем в Донбассе в геологической разведке и на шахтах, он изучил состояние геологического картирования, содержание геологической документации. Понимая, что многие геологические явления и взаимосвязи нельзя выразить аналитически, П.К. Соболевский приходит к идее о возможности графической интерпретации этих явлений. Реализация этой идеи заняла всю его

дальнейшую жизнь. Началом была гипсометрическая пластовая карта района Нижняя Кринка (1901 г.).

По рекомендации Л.И. Лутугина П.К. Соболевский с 1900 г. работает во вновь открытом Екатеринославском высшем горном училище. Много сил и времени отдает он организации преподавания маркшейдерско-геодезических дисциплин, создает лаборатории и кабинеты маркшейдерского дела и геодезии, составляет учебные пособия по ведомым курсам. Много выдумки и таланта он вкладывал в создание лабораторного оборудования и приборов.

В 1902 г. на Первом Южно-российском съезде работников прикладной геологии и разведки П.К. Соболевский делает доклад о геометризации месторождений и о необходимости подготовки инженеров по маркшейдерской специальности. Последнюю идею ему удалось воплотить в жизнь, когда он получил приглашение преподавать в Томском технологическом институте (1903 г.). Через год ему удалось организовать обучение небольшой группы студентов маркшейдерской специальности. Для этого им были разработаны учебные планы, программы, учебные пособия, лабораторные задания. В этот период П.К. Соболевский продолжал разрабатывать идею геометризации недр, провел магниторазведку железорудного месторождения Темир-Тау, разработал метод подсчета запасов по изолиниям, создал оригинальную классификацию разрывных нарушений, предложил новые способы примыкания к створу отвесов.

По рекомендации В.И. Баумана Соболевского приглашают в Екатеринбург (с 1924 г. Свердловск) для организации маркшейдерской кафедры (1920 г.). После создания кафедры всю свою энергию и знания он отдает горному производству, главным образом, широкому практическому применению новых методов геометрии недр для решения практических задач горного дела и геологии.

Совокупность научных положений и опыта практического их использования позволила П.К. Соболевскому придать завершенность новой научной дисциплине, названной им геометрией недр. Публичное обсуждение основных положений новой дисциплины состоялось по докладам П.К. Соболевского на уральском съезде маркшейдеров и на Первом Общесибирском съезде работников маркшейдерского дела (оба в декабре 1925 г.), а также на Первом Всесоюзном горном научно-техническом съезде (1926 г.). На этом съезде он впервые говорил о маркшейдерском искусстве трех измерений «...с его по-особому сконструированными графиками, вполне эквивалентными пространственной модели, заключающими не только все выработки, но и топографию соответствующих подземных пластов». Позднее этот тезис он углубил, распространив геометрию трех измерений на анализ геохимического поля «в

связи с целым рядом следствий, вытекающих из этого анализа». Фраза в кавычках взята из обширной статьи П.К. Соболевского, опубликованной в журнале «Социалистическая реконструкция и наука» (1932 г., № 7), в которой обобщены итоги многолетней работы по горно-геометрическому анализу формы и свойств залежи полезных ископаемых.

Обладая кипучей энергией П.К. Соболевский приложил максимум усилий для проверки своей теории на практике. Он организует множество групп в Сибири и на Урале, которые занимаются геометризацией месторождений различных полезных ископаемых; выступает с пропагандой своих идей в печати и на многочисленных съездах, совещаниях, конференциях; вносит в курс «Горная геометрия» новое содержание, организует преподавание этого курса в Московских геологразведочном и горном институтах, в которых он начал работать с 1933 г.; в Свердловске и в Москве создает многочисленный коллектив своих последователей-учеников, среди которых широкую известность получили профессора П.А. Рыжов, А.А. Игошин Г.И. Вилесов, Д.Я. Оглоблин, В.А. Буфринский, В.М. Гудков, А.А. Трофимов и др.

Идеи П.К. Соболевского об использовании методов геометрии недр находят все более широкое распространение в изучении и описании залежей полезных ископаемых, условий их залегания.

Профессор И.М. Бахурин

Иван Михайлович Бахурин родился в 1880 г. в г. Зарайске Рязанской губернии. Учился в Царско-сельской гимназии, затем поступил в Санкт-Петербургский университет, но за участие в революционном студенческом движении был исключен со второго курса. После этого он поступил в Санкт-Петербургский горный институт. По окончании его в 1909 г. И.М. Бахурин работает ассистентом кафедры маркшейдерского дела. В 1923 г. после смерти В.И. Баумана он был избран профессором и назначен заведующим кафедрой маркшейдерского дела.



За выдающиеся научные достижения И.М. Бахурину в 1935 г. была присуждена ученая степень доктора технических наук, а в 1939 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР.

Несмотря на большую педагогическую загруженность, И.М. Бахурин значительное время уделял вопросам производственной маркшейдерии. Совместно с В.И. Бауманом он работал в Комиссии по контролю маркшейдерских планов Донбасса, участвовал в создании «триангуляции Баумана». На съезде маркшейдеров Юга России (1909 г.) и на Первом Всероссийском маркшейдерском съезде (1913 г.) выступал с научно-техническими докладами. На Втором Всероссийском маркшейдерском съезде (1921 г.) И.М. Бахурин был председателем комиссии, занятой разработкой Инструкции по производству маркшейдерских работ.

На основе детального изучения состояния вопроса о сдвигении поверхности, представил Первому Всесоюзному горному научно-техническому съезду (1926 г.) обстоятельный доклад «О влиянии рудничных разработок на дневную поверхность», в котором изложил сущность различных теорий опускания поверхности под влиянием горных работ, обобщил сведения об углах сдвигения и правилах построения предохранительных целиков, рекомендуемых различными иностранными авторами; рассмотрел вопросы о безопасной глубине разработки, о величине оседания поверхности, о времени затухания процесса опускания поверхности; проанализировал факторы, влияющие на сохранность поверхностных сооружений. На основе анализа состояния вопроса И.М. Бахурин сделал основополагающий вывод о невозможности создания универсальной теории оседания и необходимости в связи с этим проведения систематических наблюдений за процессом фактического оседания в различных горнодобывающих районах с целью разработки локальных правил охраны объектов на поверхности.

По сути дела этот доклад был первой отечественной работой, в которой был дан всеобъемлющий анализ вопросов сдвигения горных пород и намечена программа дальнейших исследований.

По инициативе И.М. Бахурина в 1929 г. была проведена Всесоюзная маркшейдерская конференция и при научно-технических советах каменноугольной и горнорудной промышленности организована Постоянная маркшейдерская комиссия. Предметом особой заботы Постоянной комиссии с самого начала ее деятельности был вопрос о введении системы прямоугольных координат, единой для всей территории страны. В журнале «Геодезист» (1926 г., № 6) в статье, написанной совместно с И.М. Бахуриным и В.И. Бауманом, сказано: «Разделение территории России на зоны общей для всех землемерных работ системы координат, выбор такой системы и наиболее рационального способа переноса точек с поверхности сфероида на плоскость, разработка соответствующих формул и таблиц – все это должно составить одну из ближайших задач Геодезического совета. Горному ведомству необходимо возможно

скорейшее решение данного вопроса». Главнейшее значение придавалось тому, чтобы система плоских прямоугольных координат была общей для всех топографических работ и чтобы она была удобной для перехода от измерений на реальной поверхности к плоскости изображения, т. е. удобной для вычислений.

Теоретическое обоснование и практическое воплощение этой идеи В.И. Баумана было осуществлено его учеником, профессором Ленинградского горного института Н.Г. Келлем.

Профессор Н.Г. Келль

Николай Георгиевич Келль родился в селе Петровское Торопецкого уезда Псковской губернии в многодетной семье эстонца-мельника. Окончив реальное училище, в 1903 г. поступил в Петербургский горный институт. Принимал участие в революционном студенческом движении (1905 г.), за что около пяти месяцев провел в тюрьме. В течение нескольких лет работал в изыскательских и топографических экспедициях.



С 1910 г. Н.Г. Келль продолжил учебу в Петербургском горном институте, по окончании которого переехал в Екатеринбург (Свердловск), где работал с 1917 г. преподавателем, а затем профессором кафедры геодезии в только что открывшемся Уральском горном институте. Дважды (в 1919 г. и в 1920 г.) избирался ректором, а в 1921 г. деканом геолого-разведочного факультета этого института. С марта 1922 г. и до конца своей жизни работал в Ленинградском горном институте, совмещая с руководством Лабораторией аэрометодов АН СССР. С 1923 до 1927 г. заведовал триангуляционными работами Геологического комитета в Кузбассе. В 1924 г. изучал фотограмметрию в Военно-топографическом управлении в Москве, после чего опубликовал солидный труд «Пространственная обратная засечка в фотограмметрии» (1926 г.).

В 1936 г. Н.Г. Келлю была присуждена степень доктора технических наук, в 1946 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1953 г. ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР».

Вопрос о введении единой для всей страны системы прямоугольных координат впервые был вынесен Н.Г. Келлем на публичное обсуждение в декабре 1925 г. в виде доклада Первому общесибирскому съезду маркшейдеров. Для общегосударственной системы прямоугольных координат автор предлагает воспользоваться конформной проекцией Гаусса-Крюгера, обладающей неоспоримыми преимуществами в силу простоты и возможности охвата всей территории СССР путем разделения ее на меридиональные полосы.

В 1926 г. единомышленник Н.Г. Келля проф. Б.В. Каврайский в специальном докладе Второму геодезическому совещанию дал теоретическое освещение достоинств предлагаемой системы координат.

Окончательное решение о введении единой системы координат было принято Третьим геодезическим совещанием, состоявшимся в марте 1928 г. Во исполнение этого решения Геодезический комитет поручил Н.Г. Келлю составить практическое руководство по определению координат в системе Гаусса-Крюгера, рукопись которого автор представил в феврале 1929 г.

Таким образом, сложнейший и ответственный вопрос государственного масштаба в очень короткий срок (декабрь 1925 – март 1928 гг.) был решен положительно. Оперативно выполняли свои функции как инициаторы (Н.Г. Келль, В.В. Каврайский), так и официальные органы. В дальнейшем Н.Г. Келль активно включился в работу по переводу в единую систему координат триангуляции различных горнопромышленных районов.

Велика заслуга Н.Г. Келля и в деле применения фотограмметрической съемки открытых горных работ и районов геологической разведки. Особое предпочтение он отдавал аэрофотосъемке. По его инициативе была создана лаборатория фотограмметрии во ВНИМИ. Заметное влияние на развитие методов уравнивания маркшейдерских сетей оказал оригинальный труд Н.Г. Келля «Графический метод в действиях с погрешностями и положениями» (1948 г.).

3. ПРИБОРЫ В МАРКШЕЙДЕРИИ

Примитивными приспособлениями производились съемки поверхности и подземных выработок, осуществлялись сбойки встречными забоями. В приборах для угловых измерений использовался предложенный Фалесом Милетским (625–547 гг. до н. э.) разделенный на равные промежутки круг. В своем труде «Диоптрика» Герон Александрийский (I в. н. э.) описывает прибор диоптр, кото-

рый можно считать предшественником теодолита. Особое место среди приборов, применяемых для маркшейдерских съемок, стал занимать магнитный компас, который наилучшим образом решал основную задачу соединительной съемки – ориентирование. Об использовании в Европе компаса, изобретенного в Китае, впервые упоминается в XII в. Вначале в виде магнитной стрелки, располагаемой на плавающей в воде пробке, он стал применяться в мореплавании. В XIV в. итальянец Флавио Джойя поместил стрелку на вертикальную шпильку и снабдил ее картушкой с нанесенными на ней 16 румбами. Впервые о применении компаса в горном деле упоминается в Швацком горном уложении (Тирольские Альпы) в 1490 г.

В 1556 г. в Базеле вышел обширный труд Георга Агриколы (1491–1555 гг.) «О горном деле и металлургии», в котором наряду с другими вопросами рассматриваются методы съемки выработок с помощью горного компаса (рис. 10).

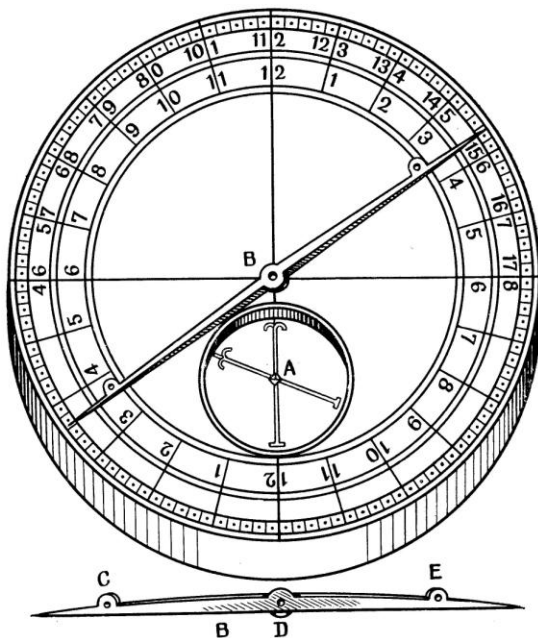


Рис. 10. Альпийский компас

Конструкция горного компаса постоянно совершенствовалась, ему придавали изящную форму, использовали художественную отделку. В середине XVII в. появился висячий компас (подвесная

буссоль). Изготавливались компасы со скошенным ребром для черчения, ориентир буссоль в квадратной коробке, компас с диоптрами для визирования. Подвесной компас использовался при съемках горных выработок совместно с подвесным полукругом.

В течение почти четырех веков компас и полукруг оставались основными приборами маркшейдерских съемок. Такое положение сохранялось и более ста лет после создания английским механиком Джоном Сиссоном в 1730 г. первого теодолита, обладающего практически теми же возможностями, что и современные теодолиты технической точности.

Это объяснялось не столько корпоративной косностью маркшейдеров, сколько практическим подходом. Нет сомнения, что маркшейдеры знали о возможностях теодолита, о методике теодолитной съемки. Однако задачи, которые ставило горное производство перед маркшейдерами, в те времена были простыми, требуемая точность их решения была невысокой, вследствие несложной системы горных выработок и незначительной их протяженности. Почти все задачи, в том числе и задания направлений на сбойки, решались графически. В этих условиях компас и полукруг вполне соответствовали уровню горного производства, и замена их дорогостоящими теодолитами и нивелирами была экономически не обоснованной. Однако когда появилась настоятельная необходимость в более точных приборах и методах съемки, переход на более высокий технический уровень не прошел гладко – были сторонники и противники нового. Противоречия между ними сгладились со временем, когда разграничились области применения старых и новых методов съемок, и они стали удачно дополнять друг друга.

Во второй половине XIX в., в связи с общим подъемом промышленного производства, началось существенное увеличение добычи полезных ископаемых.

Перед маркшейдерской службой горных предприятий ставились задачи охраны на поверхности объектов от влияния горных разработок. Необходимо было обеспечить безопасное ведение горных работ под водными объектами, вблизи границ шахтных полей, принадлежащих смежным горным предприятиям. В этих условиях важное значение приобретали вопросы оценки точности получаемых результатов.

Прежние методы и приборы уже не обеспечивали требуемой горным производством точности. Полуэмпирическое маркшейдерское искусство зашло в тупик и нуждалось в научно обоснованном техническом и методическом перевооружении.

К середине XIX в. сложились благоприятные условия для такого перевооружения. В геодезическую практику к этому времени

прочно вошли высокоточные измерительные приборы – теодолиты и нивелиры.

В начале XIX в. техническое перевооружение маркшейдерской службы становится осознанной необходимостью. Для этого имелись все необходимые условия: уже в начале века механическими мастерскими при «Депокарт» выпускались повторительные теодолиты с диаметрами лимба 152 и 203 мм. С 1823 г. изготовлялись более точные повторительные теодолиты с диаметром лимба 266 мм и точностью отсчета до 5", а в 1830 г. по указанию В. Струве был изготовлен первоклассный повторительный 4-секундный теодолит с диаметром лимба 320 мм.

В «Горном журнале» (1847 г.) был опубликован курс «Маркшейдерское искусство (учебное руководство для воспитанников горного института)», составленный корпуса горных инженеров капитаном Петром Алексеевичем Олышевым (1817–1896 гг.).

В этом курсе приведены детальное описание подземного теодолита с эксцентренной трубой, его устройство, поверки отдельных частей и теодолита в целом (рис. 11). Рассмотрены способы измерения теодолитом горизонтальных и вертикальных углов, описана методика производства теодолитной съемки, ее аналитической обработки. Аналогично описаны нивелир, производство геометрического нивелирования, его обработка. В курсе рассмотрены методы выполнения отдельных маркшейдерских задач, в том числе по сбойке горных выработок, приведены формуляры вычислений, рассмотрен вопрос об отыскании смещенной части пласта.

Теодолиты, нивелиры, дальномеры, рулетки. Одновременно с разработкой образцов новых приборов возрастали и трудности, связанные с их внедрением. Серийный выпуск оригинального оптического теодолита ОТТГ-30, а затем и более точного ОТТГ-12, не был осуществлен Харьковским заводом маркшейдерских инструментов из-за отсутствия необходимых производственных площадей и технологической неподготовленности к выпуску насыщенных оптикой приборов, а также некоторых недостатков, присущих самим теодолитам. Объединение в одном маркшейдерском теодолите сложных угломерной и дальномерной частей привело к усложнению конструкции, вызвало необходимость комплектования его многочисленными дополнительными принадлежностями и значительно повысило стоимость прибора. Все же работа по изготовлению небольшой опытной партии теодолита ОТТГ-30 помогла заводу в 1958 г. освоить серийный выпуск менее сложного оптического теодолита ОМТ-30 (рис. 12).

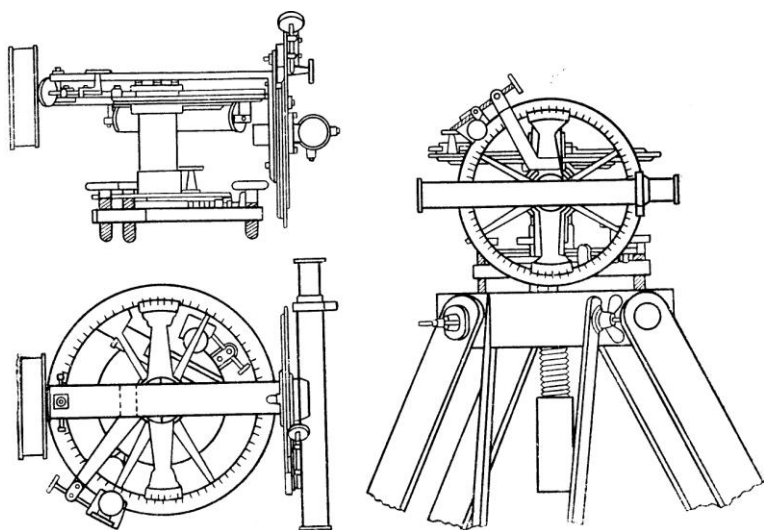


Рис. 11. Первый горный теодолит с эксцентричной трубой, созданный П.А. Олышевым в 1847 г.

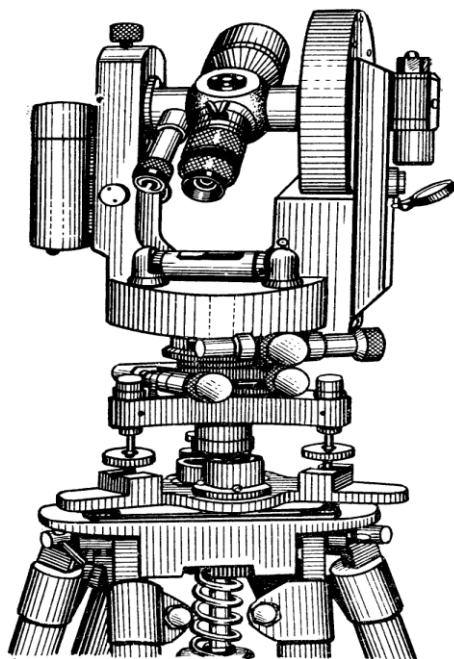


Рис. 12. Маркшейдерский оптический теодолит ОМТ-30

В 1960 г. отделом приборостроения совместно с конструкторским бюро института был разработан и передан для освоения оптико-механическому заводу (г. Суксун) оптический малогабаритный теодолит ТО-1, внесенный впоследствии в ГОСТ 10529-63 под шифром Т-20. Разработанные ВНИМИ оптические дальномеры (насадка ДН-6 м и другие) не обеспечивали требуемые в подземных условиях пределы и точность измерения, кроме того, в рабочий комплект дальномеров входили довольно громоздкие и тяжелые дополнительные принадлежности. По этим причинам оптические дальномеры не могли вполне заменить в подземных работах стальные измерительные рулетки. Предпринимались усилия по совершенствованию этого простейшего измерительного прибора. С целью повышения точности и удобства измерений была предложена новая конструкция корпуса рулетки с динамометром, встроенным в его ручку, и эксцентриковым механизмом зажима полотна рулетки в момент снятия отсчета. В 1963 г. на базе Пушкинского завода электробытовых приборов были изготовлены опытные образцы новых длинномерных рулеток РК-50 и РГ-30 с лентами из нержавеющей стали, соответствующих требованиям ГОСТ (М.И. Миронович, Г.К. Бесчасный). В последующие годы на основе этой работы в СССР был впервые налажен промышленный выпуск отечественных рулеток из нержавеющей стали, а на технологию их изготовления получен английский патент.

Проводилась работа по внедрению оптических дальномеров в практику съемок земной поверхности. В результате творческого содружества ВНИМИ с Ленинградским трестом геодезических работ и инженерных изысканий (ГРИИ) в 1954 г. был разработан оригинальный оптический дифференциальный дальномер ДДЗ двойного изображения с постоянным параллактическим углом и переменной базой (И.А. Грейм, Г.Г. Никифоров). Дальномер был выполнен в виде насадки, постоянно закрепляемой на зрительной трубе теодолита, и дальномерной рейки с верньером, устанавливаемой на съёмочных точках в горизонтальном или вертикальном положении.

Отличием этого дальномера от других дальномеров подобного типа было устройство оптического микрометра, основанное на разности (дифференциации) увеличения наблюдаемых в зрительную трубу двух сдвинутых друг относительно друга изображений дальномерной рейки. Оптика насадки состояла из двух, установленных друг за другом, оптических клиньев, перекрывающих одну половину объектива, и двух, также установленных друг за другом, плоскопараллельных пластинок, перекрывающих другую половину

объектива. Такое устройство значительно уменьшало инструментальные погрешности и позволяло путем простого поворота зрительной трубы повысить точность простого верньера в 100 раз. Дальномер ДДЗ нашел широкое применение при маркшейдерско-геодезических съемках на поверхности и в 60-х годах включен в ГОСТ «Дальномеры оптические» под шифром ДН-04.

Дальнейшего повышения производительности труда при съемках земной поверхности можно достичь с помощью авторедукционных дальномеров. Имевшиеся в наличии (главным образом, зарубежные) дальномеры позволяли определять горизонтальные проложения измеряемых наклонных длин только при использовании горизонтальной рейки, что на застроенных и заселенных участках местности являлось крупным недостатком. С целью его исключения во ВНИМИ в 1958 г. был сконструирован в виде насадки оригинальный оптический дальномер ДАР-100 с подвесным качающимся клином и оптическим микрометром, позволяющий отсчитывать непосредственно горизонтальные проложения измеряемых длин по вертикально установленной рейке (*Г.К. Бесчасный*). Этот дальномер также нашел широкое применение и был впоследствии внесен в ГОСТ под шифром ДНР-06, а затем ДНР-05.

В 50-е годы в СССР и за рубежом широко развернулась разработка нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования. Их преимущество заключается в том, что наблюдатель производит только грубую установку прибора по сферическому уровню, точная же установка осуществляется автоматически посредством подвесных или жидкостных оптических систем-компенсаторов, что значительно (на 25–30%) ускоряет и облегчает труд нивелировщика.

Вопрос об усовершенствовании нивелиров подобным образом ставился еще в ЦНИМБе в 1939 г., когда проф. В.Н. Чуриловский в работе «Возможные принципы устройства самоустанавливающегося нивелира» предложил несколько оптических схем, в частности, схему нивелира с зеркальным подвесным компенсатором, помещенным между объективом и фокусирующей линзой трубы. Однако в то время ЦНИМБ не располагал необходимыми техническими кадрами и оборудованием для осуществления этого предложения.

Разработку новых оптико-механических нивелиров отдел приборостроения ВНИМИ начал в 1958 г. в содружестве с ЛИТМО и кафедрой геодезии ЛГИ на основе предложенных нескольких схем нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования (В.Н. Чуриловский, Н.А. Гусев). В 1961 г. институтом была создана конструкция нивелира с зеркальным компенсатором под шифром

НВК, проводились его длительные лабораторные исследования и производственные испытания. Параллельно с ВНИМИ Харьковский завод маркшейдерских инструментов (А.В. Мещеряков) разработал и начал осваивать выпуск нивелира НСМ-24 с линзовым компенсатором, установленным перед объективом зрительной трубы. Это был первый отечественный маркшейдерский нивелир с самоустанавливающейся линией визирования, выпускавшийся серийно (рис. 13).

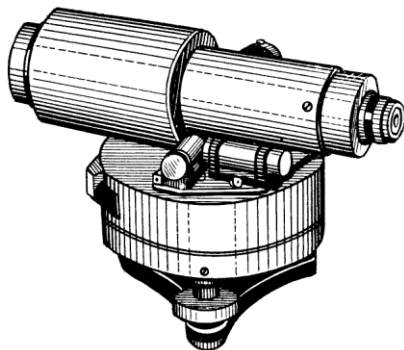


Рис. 13. Нивелир и линзовым компенсатором НСМ-2А

Вторым направлением ВНИМИ в области приборов для нивелирования в конце 50-х годов было создание гидростатического нивелира для контроля строительных и монтажных работ. Была разработана теория гидростатического нивелирования, созданы конструкции легких переносных шланговых нивелиров, заполняемых однородной жидкостью (НШТ1, НШТ2 и НШТ3), конструкция нивелира НШТ4, заполняемого двумя разнородными жидкостями; издано наставление по измерению осадок подрабатываемых зданий и сооружений методом гидростатического нивелирования (М.И. Миронович). Нивелир НШТ1, серийно выпускаемый б. ХЗМИ, нашел широкое применение в строительных и монтажных организациях различных отраслей народного хозяйства.

К середине 50-х годов было предложено около 50 различных конструкций приборов для съемки лав, однако, ни одна из них не нашла широкого применения в практике маркшейдерских дел. Разнообразие условий чрезвычайно затрудняло создание универсального прибора. В 1955 г. разработан оптико-механический угломер, конструкция которого позволяла значительно ускорить процесс съемки при одновременном сокращении бригады исполнителей с трех до двух человек. Созданный прибор под шифром УТГ

серийно изготовлялся б. ХЗМИ в течение ряда лет и использовался для съемки лав в различных угольных бассейнах страны (рис. 14). Выполнять угломерную съемку нарезных выработок на рудных месторождениях долгое время было трудно из-за того, что при переходах с подэтажа на подэтаж измерение горизонтальных углов существовавшими приборами становилось невозможным, необходимо также было осуществлять ориентировку. Следовательно, надо было создать специальный прибор, снабженный приспособлениями для оптического ориентирования.

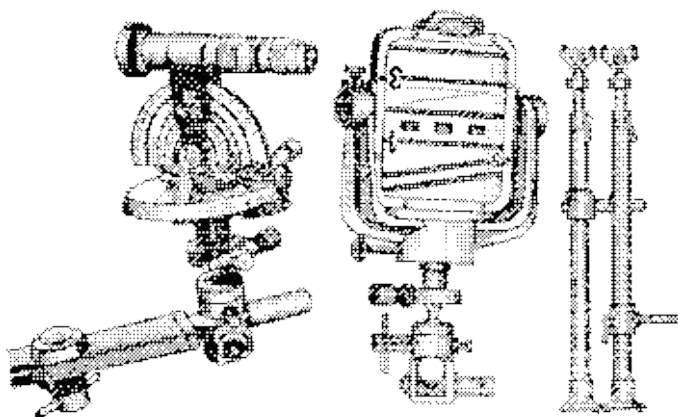


Рис. 14. Угломер-тахеометр УТГ и дальномерная рейка

Метод оптического ориентирования неглубоких выработок горным теодолитом с эксцентричной трубой, установленным на верхнем подэтаже, когда на нижнем подэтаже между двумя маркшейдерскими точками натягивается освещенная проволока, был впервые предложен в 1950 г. (М.И. Миронович). Дальнейшим развитием этой идеи был более совершенный метод, осуществляемый взаимным ориентированием двух угломерных приборов с эксцентричными, относительно горизонтальных осей, трубами (С.В. Орловский). Для осуществления этого метода во ВНИМИ в 1957 г. был изготовлен опытный образец комплекта блокового угломер-тахеометра УТБЗ с обычными лимбами для съемки блоковых выработок на криворожских рудниках, а также угломеры УТБ1 и УТБ2 с червячными отсчетными приспособлениями, но с разным расположением зрительных труб. Впоследствии на базе угломера УТБ1 с трубой, расположенной эксцентрично относительно горизонтальной оси, был сконструирован универсальный угломер УТ-3 (рис. 15), включенный в ГОСТ «Угломеры-тахеометры маркшейдерские».

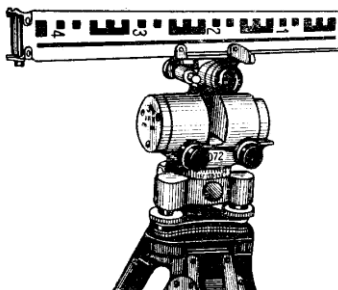


Рис. 15. Угломер-тахеометр УТ-3
для съемки блоковых выработок (на рудных шахтах)

Для съемки небольших камер на угольных и рудных месторождениях в 1961 г. был разработан во взрывобезопасном исполнении угломер-тахеометр УДС с проекционно-визуальным дальномером, основанным на измерении параллакса изображения световой марки в приборе с помощью вращаемой специальной шкалы расстояний (М.И. Миронович, В.В. Смирнов). Прибор изготовлялся Харьковским заводом маркшейдерских инструментов по заявкам горнодобывающих предприятий.

В начале 60-х годов во исполнение рекомендаций бывшего Госкомитета по автоматизации и машиностроению при Совете Министров СССР и Госкомитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР, отдел приборостроения начал заниматься вопросами типизации и стандартизации маркшейдерско-геодезических приборов. Эта работа привела к выводу о нецелесообразности создания специальных маркшейдерских теодолитов, нивелиров и дальномеров параллельно с геодезическими, если они не имеют существенных отличий и не снабжены специальными дополнительными приспособлениями. Увязка требований геодезии и маркшейдерии к этим приборам привела к значительному ужесточению этих требований, например, в части точности рабочего интервала температур, некоторых оптических параметров.

В течение 1963–1965 гг. во ВНИМИ были разработаны типы угломерных маркшейдерских приборов, инструментов и приборов для нивелирования, для измерения длин, получившие положительные отзывы работников маркшейдерской службы всех отраслей горнодобывающей промышленности.

Были созданы единые ряды самых распространенных маркшейдерско-геодезических приборов – теодолитов, нивелиров, тахеометров, металлических измерительных рулеток и установлены их номинальные технические характеристики, что, в свою очередь,

дало возможность в значительной мере сократить объем научно-исследовательских работ ВНИМИ в указанных выше направлениях. В итоге институт смог уделять больше внимания крупному проблемному направлению – автоматизации маркшейдерских съемок и маркшейдерского обслуживания проходческих работ.

Автоматические приборы. В 1948–1954 гг. специалисты ВНИМИ по заявкам предприятий разработали конструкцию горного автомата – профилографа (ГАП), предназначенного для контроля укладки рельсовых откаточных путей в шахте и на карьерах.

Прибор не был внедрен в производство из-за некоторого несовершенства механических узлов, но он послужил основой для создания маркшейдерских профилографов последующих поколений. Отделом приборостроения ВНИМИ в 1957–1960 гг. были созданы две конструкции зазорамера – контактного (АГ1) и бесконтактного (АГ2) – для записи зазоров безопасности (расстояния между крепью и подвижным составом со стороны прохода людей на высоте 1600–1650 мм над головкой рельса). Обе конструкции представляли собой горизонтальные профилографы с записью в горизонтальной плоскости контура профильной линии стенки выработки или крепи относительно существующей в натуре базисной линии – рельсового пути.

Зазоромер АГ1 выполнен в виде разборной четырехколесной тележки, на вертикальной раме установлен датчик расстояния. Датчик соединен гибкой связью с самописцем, лентопротяжный механизм которого снабжен приводом от колесной пары тележки.

Зазоромер АГ2, устанавливавшийся на такой же тележке, представлял собой профилограф бесконтактного типа и состоял из светопроjectionного устройства с круговой разверткой луча, фотоэлектрического приемника с оптической системой, импульсного усилителя, электротермического самописца со спиральной разверткой, блока питания и аккумуляторной батареи.

Оба прибора успешно прошли испытания в производственных условиях и в количестве нескольких экземпляров переданы шахтам для промышленной эксплуатации. Серийное изготовление не было налажено, так как не был определен завод-изготовитель.

Значительное внимание в конце 50 – начале 60-х годов было уделено разработке автоматических приборов для контроля армирочки и съемки профиля стенок шахтных стволов.

В 1959 г. ВНИМИ начал разработку профилографа шахтных проводников по схеме, в которой предусматривался одновременный контроль двух параметров – расстояния между проводниками и углов наклона проводников в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Был предложен и разработан принципиально новый

прибор для измерения углов наклона направляющих проводников с оптико-механическим компенсатором в виде прямоугольной призмы, укрепленной на верхнем конце упругой металлической пластинки, нижний конец которой закреплен в корпусе прибора. Такой компенсатор при наклоне прибора на угол α отклонял падающий на призму световой пучок под углом $\alpha' = 8\alpha$ в пределах крайних значений $\alpha = +20'$ с погрешностью $20''$. Отраженный световой пучок фиксировался на перфорированной 35-мм киноплёнке. Перемещение киноплёнки осуществлялось от ведущего колеса каретки с фиксацией расстрелов в виде прерывания засветки киноплёнки.

Запись изменений расстояния между проводниками осуществлялась в масштабе 1:1 пером самописца на парафинированной бумажной ленте. Перо посредством телескопического подпружиненного штока было связано с роликом, прокатывающимся по проводнику. Одновременно вторым пером велась запись базисной линии (линии второго проводника) и фиксировались расстрелы. Приводом лентопротяжного механизма служило верхнее ведущее колесо каретки.

Испытания профилографа показали, что производительность работ, по сравнению с производством линейных измерений от отвесов вручную, увеличивалась в 25–30 раз, что сокращало простои ствола, повышало безопасность труда исполнителей. На основе этого профилографа в последующие годы была разработана измерительная станция СИ, в огромной степени облегчившая контроль армировки шахтных стволов и повлекшая за собой изменения в организации маркшейдерского обслуживания этого участка работы горных предприятий (Б.И. Тимофеев, Б.Г. Смирнов, М.Н. Галинская).

Указатели направления. В пятой–седьмой пятилетках широким фронтом велись работы по механизации проведения горных выработок – конструировались проходческие комбайны, щиты.

Для успешной работы новых высокопроизводительных проходческих машин и осуществления ими проходки выработок точно по заданному курсу требовалось оснастить эти машины дополнительными «навигационными» устройствами. Значительная часть работ по созданию таких устройств и приборов была в середине 50-х годов возложена на отдел приборостроения ВНИМИ.

Известно, что приспособления, аппаратуру и приборы для закрепления направления горной выработки, заданного маркшейдером, можно разделить до места их установки на устройства, оставляемые на исходном пункте или участке горной выработки, показания которых в дальнейшем и руководствуются бригады проходчиков, и устройства, устанавливаемые на направляемых проходческих машинах.

Прежде всего для обслуживания скоростных проходок были предложены устройства первой группы – электрифицированные проходческие отвесы (Д. В. Родкевич), пользуясь которыми можно было проверять правильность проходки по заданному направлению как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости при значительном удалении забоя. Все же пользование такими отвесами имело недостатки: ввиду малой емкости сухих элементов требовалось экономить электроэнергию и включать их только на время проверки, т. е. затрачивать время на ходьбу к месту их установки. Поэтому параллельно с усовершенствованием отвесов была разработана более целесообразная конструкция светового указателя направлений УНС (рис. 16), позволявшего проектировать световую марку на расстояниях от 5 до 100 м (С.В. Орловский, А.Е. Чарей).

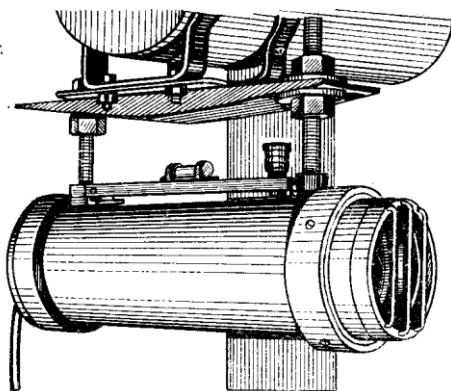


Рис. 16. Световой указатель направления УНС

Оптическая схема прибора была разработана в двух вариантах – с зеркальным и линзовым объективами. В обоих вариантах источником света служила автомобильная лампа мощностью 50 Вт, питаемая от осветительной шахтной электросети. Нить лампы конденсором проектировалась сначала на металлическую пластинку с двумя узкими, расположенными под прямым углом друг к другу щелями, а затем при помощи объектива – на забой. В результате световая марка, имевшая форму креста, позволяла задавать направление как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. Электроосветительная система прибора была разработана во взрывобезопасном исполнении, поэтому он мог быть применен в шахтах всех категорий по газу.

Конструкция установочного приспособления позволяла крепить прибор как на деревянной, так и на металлической крепи, центри-

ровать его под маркшейдерской точкой, а также придавать ему различные направления и уклоны.

Затем был разработан малогабаритный упрощенный светоуказатель МСУ, в котором применялась электролампа повышенной яркости, питаемая от шахтерского аккумулятора, а на забой проектировалось изображение нити накала. Оба прибора в течение ряда лет изготовлялись Харьковским заводом маркшейдерских инструментов по заявкам предприятий горнодобывающей промышленности и использовались для указания направления при проходке прямолинейных участков выработок.

Новый толчок усовершенствованию световых указателей направления в дальнейшем дали оптические квантовые генераторы (лазеры).

Если наличия проходческих отвесов или светоуказателя, указывающих направление выработки, вполне достаточно при ручной проходке, то для управления проходческими машинами их необходимо снабжать рядом дополнительных контрольно-измерительных приборов и приспособлений, которые бы указывали правильность соблюдения уклона, наличие бокового рыскания и крена машины. В числе таких приборов отделом приборостроения были разработаны: карманные уклонометры УК-1 и УК-2; уровенные блоки УБ-1 и УБ-2; циферблатный уклономер УЦ; уклономер «сообщающиеся сосуды» УСС; экранно-теневое приспособление и другие, а также более сложный по устройству автоматический стабилизатор уклона АСУ, предназначенный для автоматического удержания рабочего органа проходческих комбайнов под заданным уклоном. Он состоял из электролитического датчика, прикрепляемого к рабочему органу направляемой машины, ионного реле и электромагнитного сервопривода двухстороннего действия, соединяемого с исполнительными органами управления машины.

Все контрольно-измерительные приборы разрабатывались с привязкой их конструкции к конкретным проходческим агрегатам, разрабатываемым Гипроуглемашем.

С повышением уровня механизации горных работ, роль маркшейдерской службы возрастает. Большое значение приобретают точность измерений и сокращение времени ведения полевых работ, а также камеральной обработки. Основой любой технологии производства маркшейдерско-геодезических съемок является ее приборное обеспечение.

Выбранный для производства маркшейдерско-геодезических работ прибор должен быть высокопроизводительным, простым в обращении, экономичным и обеспечивать требуемую точность

маркшейдерско-геодезических работ. В настоящее время рынок, предоставляет широкую возможность приобретения самого высокоточного и надежного оборудования и уникальных технологий, повышающих производительность всего технологического процесса в целом.

Таким требованиям соответствуют:

Автоматический самоустанавливающийся лазерный нивелир **Rugby 100LR** (рис. 17) с увеличенным рабочим диапазоном для работ на открытых строительных площадках и в помещении. Отличительная особенность Rugby 100LR – возможность задания уклона с компенсацией ортогональной оси.

При задании уклона по одной оси вручную, горизонтальность перпендикулярной оси поддерживается автоматически. Это особенно удобно при строительстве подъездных дорог и наклонных площадок.

Ротационный лазерный нивелир **Rugby 50** (рис. 18) работает только в горизонтальной плоскости, максимальный радиус работы составляет 150 м. Простое управление всего одной кнопкой. В приборе использован лазер, работающий в инфракрасном диапазоне. Для работы с RUGBY 50 необходим приемник лазерного излучения ROD-EYE Classic.



Рис. 17. Лазерный нивелир Rugby 100LR



Рис. 18. Лазерный нивелир Rugby 50

Тахеометр Leica TS30 (рис. 19) представляет собой прибор, обеспечивающий высокоточные угловые и линейные измерения, оснащенный системами автоматического наведения и распознавания отражателя.



Рис. 19. Электронный тахеометр TS30

Оснащенный GNSS антенной, Leica TS30 SmartStation дает топографу удивительную возможность в реальном времени получать координаты точек обоснования. Более того, совместив антенну и призму на вехе, есть возможность получать не только координаты станции, но и выполнять ориентировку (рис. 20).



Рис. 20. Trimble 3600

Trimble® VX™ Spatial Station – это качественно новая система позиционирования (рис. 21). В приборе совмещены современный высокоточный электронный тахеометр с возможностью трехмерного сканирования и видеокамера, дополняющая измерения визуальной информацией об объекте съемки. Технология существенно увеличивает возможности геодезистов, картографов и инженеров-строителей, позволяя им автоматизировать свою работу и увеличить производительность труда.



Рис. 21. Trimble® VX™ Spatial Station

Система **Trimble R6** – это многоканальный GPS приемник и антенна с интегрированным радиомодемом в едином корпусе (рис. 22). Данная система обеспечивает максимальную точность и надежность при работе со спутниковой системой **GPS**. Кроме того, поддерживаемая приемником технология **Trimble R-Track** имеет возможность приема сигналов спутниковой системы **ГЛОНАСС** (включается опционально).



Рис. 22. **Trimble R6**

GNSS система Trimble R7 – это многоканальный, многочастотный GNSS приемник и УКВ радиомодем, объединенные в одном корпусе (рис. 23). Сочетание усовершенствованной технологии приема спутниковых сигналов и продуманного дизайна гарантирует пользователям максимум гибкости, высокую точность и производительность полевых работ. В приемнике **Trimble R7 GNSS** используется технология **Trimble R-Track** с усовершенствованным RTK процессором, которая позволяет принимать модернизированные GPS сигналы L2C и L5, а также сигналы системы ГЛОНАСС. Технология позволяет отслеживать большее количество **GPS** и

ГЛОНАСС спутников, благодаря чему повышается производительность работы в поле и результативность постобработки или RTK решений. Модернизированные сигналы L2C и L5 легче принимаются и отслеживаются, что имеет значение в условиях слабого приема сигналов. Технология **Trimble R-Track** – это доступ к будущим возможностям Глобальных Спутниковых Навигационных Систем (GNSS). Продукция Trimble, уже зарекомендовавшая себя с системой GPS, в перспективе будет дополнительно поддерживать и другие глобальные спутниковые системы (рис. 24).



Рис. 23. GNSS система Trimble R7



Рис. 24. GPS – система Trimble 5800

4. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МАРКШЕЙДЕРИИ

4.1. Центральное научно-исследовательское маркшейдерское бюро (ЦНИМБ)

Как уже отмечалось, еще в 1929 г. Постоянной маркшейдерской комиссией при научно-технических советах каменноугольной, нефтяной и горнорудной промышленности СССР было проведено обследование маркшейдерской службы на предприятиях основных горнопромышленных районов страны. Это обследование дало материалы для разработки и проведения в жизнь ряда мероприятий по организации и улучшению постановки маркшейдерской службы, а также для выбора наиболее актуальных направлений научно-исследовательских работ.

В течение 1933–1938 гг. были выработаны программы, по которым проводились испытания претендентов на право ответственного ведения маркшейдерских работ, что создало предпосылку для роста маркшейдерских кадров и позволило значительно повысить квалификацию работников маркшейдерского дела.

Созданное ЦНИМБом показательное маркшейдерское бюро (1936–1937 гг.), обслуживавшееся помимо работников шахт сотрудниками ЦНИМБа, помогло уточнить права и обязанности маркшейдера шахты, разработать проект нормировочника на маркшейдерско-топографические работы и определить место маркшейдера в производственном процессе на шахте. Кроме того, начиная с 1936 г. ЦНИМБ (Харьковская группа) занимался разработкой нормирования маркшейдерских работ с целью рационализации производства маркшейдерских съемок и установления возможности сдельной оплаты исполнителей. Работа не была закончена из-за начавшейся Великой Отечественной войны.

В 1933–1936 гг. ЦНИМБ возглавил работу по переходу к общесоюзной плоской системе координат. Перевод всех маркшейдерских опорных сетей в единую общегосударственную систему координат потребовал выполнения большого объема триангуляционных и нивелирных работ, перевычисления всех маркшейдерских съемок и пересоставления многих тысяч маркшейдерских планов. На основе теоретических разработок Н.Г. Келля, К.А. Звонарева и Б.И. Никифорова была составлена Инструкция и разработана подробная методика перевычисления рудничных съемок и пересоставления маркшейдерских планов с конкретными примерами, со-

ставлены таблицы для нанесения координатной сетки на планшеты в системе координат проф. В.И. Баумана, вычислены координаты в новой системе угловых точек планшетов в масштабах 1:5000 и 1:10 000. Кроме того, ЦНИМБом был дан ряд консультаций и заключений и оказана непосредственная помощь при решении конкретных вопросов развития опорных сетей на месторождениях Букачачи, Воркуты, Донбасса и Кузбасса.

Длительное время в маркшейдерском деле основным и единственным способом определения координат точек и ориентирования подземных полигонов являлся способ передачи на ориентируемый горизонт координат и направления через вертикальный шахтный ствол с помощью опускаемых в него длинных проволочных отвесов. В 1934–1936 гг. ЦНИМБом были проведены опытные ориентировки глубоких шахт с применением многогрузового проектирования и зеркал проф. П.К. Соболевского, испытан фотограмметрический способ ориентирования, а также организовано экспериментальное изучение движения воздуха и поведения отвеса в шахтном стволе. Проведенные исследования позволили несколько улучшить методику работ, но для глубоких шахт ориентирование оставалось весьма трудоемкой работой, не обеспечивало необходимую точность и требовало задерживания ствола на продолжительное время.

Еще в 1930 г. по инициативе проф. И.М. Бахурина геолого-маркшейдерским подотделом «Донугля» были начаты работы по магнитной микросъемке Донбасса (В.М. Поляков, Я.О. Беллинов, А.А. Попов).

Опытные магнитные ориентировки показали, что этот способ обеспечивает точность порядка 1'–2'. С его помощью был обнаружен ряд грубых погрешностей в ориентировках и съемках на шахтах Донецкого бассейна. Однако в связи с широкой механизацией и электрификацией горных работ, а также в силу зависимости точности ориентирования от различных местных аномалий и общих изменений магнитного поля Земли, способ магнитного ориентирования не получил дальнейшего развития и практического применения.

Была известна из зарубежного опыта возможность передачи в шахту координат и направления с помощью оптических приборов. В предвоенные годы сотрудником ЦНИМБа А.К. Сентемовым был изготовлен проектир направлений и проведено оптическое ориентирование маркшейдерской съемки на глубине 238 м. Эта работа, принесящая обнадеживающие результаты, осталась незавершенной из-за начавшейся Великой Отечественной войны.

Наиболее прогрессивным представлялся гироскопический способ ориентирования, на необходимость исследования которого обращали внимание Ф.В. Галахов и И.М. Бахурин. В 1934, 1937 и 1941 гг. в ЦНИМБе проводились исследования, имевшие целью использовать для ориентирования шахт принцип гироскопа и гироскопа (Б.И. Никифоров, К.К. Глазенан). Исследования были прерваны войной и возобновлены только в 1948 г.

Одной из наиболее трудоемких маркшейдерских операций всегда оставалось измерение длин линий в подземных теодолитных ходах, которое выполнялось обычно металлическими и тесьмянными измерительными рулетками. Более предпочтительным, простым и доступным средством измерения представлялись оптические дальномеры, получившие у геодезистов еще в начале XX в. довольно широкое применение.

В 1936 г. Московской группой ЦНИМБа был разработан, а в 1937 г. испытан, специальный рудничный нитяной дальномер с непараллельными штрихами сетки нитей и Т-образной электрифицированной рейкой. Этот прибор имел ряд недостатков, поэтому Московская группа ЦНИМБа переключилась на разработку более сложного оптического дальномера двойного изображения. Начиная с 1935 г., под руководством и при непосредственном участии В.В. Померанцева была проведена оценка точности дальномерных насадок на зрительные трубы зарубежных фирм К. Цейсса и Феннеля без микрометра, насадки Вильда и тахеометра Боссхардт-Цейсса с микрометром. Основываясь на этих исследованиях, А.П. Губенко разработал конструкцию оригинальной дальномерной насадки с оптическим микрометром в виде поворотной ромбпризмы, изготовить и испытать которую помешала война.

Параллельно с этими работами в 1940 г. сотрудником кафедры геодезии Томского индустриального института им. С.М. Кирова П.А. Масленниковым был разработан и изготовлен опытный образец рудничного параллактического дальномера с окулярным микрометром, результаты испытаний которого остались неизвестными.

Важной функцией маркшейдера является задание направлений проходки горным выработкам. Соблюдение этих направлений, закрепленных отвесами, отнимает у проходчиков много времени на проверку правильности положения забоя и установки крепи, особенно, если забой находится на значительном удалении от отвесов. Непроизводительная трата времени становится еще более ощутимой при скоростной проходке выработок. Поэтому еще в 1934 г. научный руководитель Московской группы ЦНИМБа З.И. Поляк предложил новый способ задания направления забоя при помощи светового луча, который значительно облегчал соблюдение заданного

направления. Тогда же в ЦНИМБе был изготовлен и опробован экспериментальный образец специального направляющего прибора, названного «водителем». Положительные результаты опробования «водителя» послужили основанием для включения в план ЦНИМБа на 1941 г. разработку опытного образца такого прибора.

Интенсивное развитие открытой добычи угля поставило на повестку дня вопрос о разработке более совершенного и эффективного способа контроля и документирования вскрышных и очистных работ. В 1934–1936 гг. для съёмки карьеров ЦНИМБом был применен способ наземной стереофотограмметрической съёмки (Н.А. Гусев, Б.С. Егоров).

С 1934 г. ЦНИМБ занимался разработкой условных обозначений на маркшейдерских планах для различных бассейнов и видов полезных ископаемых. Несколько работ было посвящено усовершенствованию так называемой «малой механизации» маркшейдерских работ. Для облегчения труда маркшейдера был составлен ряд таблиц, номограмм, графиков, разработаны формуляры полевых журналов и вычислений для основных видов маркшейдерских работ.

В 1935–1936 гг. ЦНИМБом были разработаны Основные правила по маркшейдерскому делу и маркшейдерскому контролю (М.И. Гусев), включавшие ряд технических указаний по производству маркшейдерских работ на земной поверхности и в подземных выработках, которые легли в основу составленной в последующие годы Технической инструкции по производству маркшейдерских работ, утвержденной ГГТИ в январе 1939 г. Эта инструкция действовала 11 лет и оказала большое влияние на дальнейшее развитие и постановку маркшейдерской службы.

В 1938 г. ЦНИМБом был издан ряд методических и нормативных документов: Методика анализа точности маркшейдерских триангуляций (Б.И. Никифоров); Инструкция по производству основных маркшейдерских работ на поверхности (Н.Г. Келль и Б.И. Никифоров); Сборник маркшейдерских формуляров по производству соединительных съёмок (К.А. Звонарев, Б.И. Никифоров); Инструкция о порядке производства топографических работ при геологических разрезах (Ф.И. Выдрин, З.И. Поляк, М.А. Брозин). Все эти документы сыграли важную роль в деле упорядочения маркшейдерских измерений.

В 1930–1940 гг. большой размах получили работы по геометризации угольных и рудных месторождений страны и месторождений минерального сырья.

В 1934 г. ЦНИМБ принял участие в разработке Инструкции по подсчету и учету движения промышленных запасов каменного угля. В 1939 г. Московской группой ЦНИМБа были составлены Методические указания по маркшейдерскому балансовому учету движения запасов каменноугольных месторождений (Е.Е. Блоха, В.А. Семенов и др.), содержавшие конкретные способы маркшейдерских замеров и формы учета, и Инструкция по охране недр (А.Г. Бронштейн, В.М. Поляков, Е.В. Куняев), включавшая классификацию потерь полезных ископаемых и требования, предъявляемые к маркшейдерской службе горных предприятий в отношении наблюдений за охраной недр при проектировании, строительстве, эксплуатации и ликвидации шахт. В этой Инструкции были также сформулированы задачи государственного маркшейдерского контроля в отношении охраны недр.

Московская группа ЦНИМБа (В.В. Померанцев, И.К. Собеневский) совместно с Горнотехтрестом осуществила геометризацию карьера цементного завода «Гигант». На основе построенных горно-геометрических графиков форм и свойств месторождения был разработан проект составления сырьевой шихты непосредственно в процессе горных работ, что позволило заводу бесперебойно выполнять производственную программу.

В 1933–1934 гг. Харьковской группой ЦНИМБа была разработана Методика составления пластовых карт угольных месторождений и составлена такая карта для Донбасса (В.Д. Пирятин, В.Н. Гуц).

Уральской группой ЦНИМБа под руководством Г.И. Вилесова и А.А. Игошина была проведена геометризация золоторудных месторождений «Степняк», Мелентьевского и Волковского.

Параллельно большие работы по геометризации месторождений велись кафедрами маркшейдерского дела Свердловского горного и Томского технологического институтов и Горнотехтрестом. Так, в 1933–1934 гг. под руководством П.К. Соболевского и А.А. Игошина проведена геометризация пластов Челябинского буроугольного бассейна. В 1934–1935 гг. С.А. Филатовым была проведена геометризация структуры Черногорского угольного месторождения. В Казахстане проводили геометризацию структуры и свойств как угольных, так и рудных месторождений. К последним относятся месторождения Алтая, Текелинское полиметаллическое и Джезказганское месторождение медистых песчаников и др.

Подобные работы проводились на Губинском месторождении огнеупорных глин, Староверском месторождении формовочных песков, Филенском гипсовом месторождении и др.

Результаты геометризации использовались при проектировании горных предприятий на этих месторождениях.

В довоенный период усилия ЦНИМБа в части приборостроения почти целиком были направлены на создание специальных измерительных приборов для изучения проявлений сдвижения и давления горных пород. За короткие сроки были разработаны специальные стойки (простые и универсальные) и самописец для измерения вертикальной составляющей смещения кровли относительно почвы; индикаторная головка к упомянутой стойке; микрометричная стойка; планшетка для измерения горизонтальных смещений кровли; автоматический сигнализатор опасного оседания кровли; струнная аппаратура – датчики и генераторные станции – для измерения микродеформаций целиков акустическим методом; ординатометры и инклинометры разных типов для измерения деформаций земной поверхности и многие другие приборы и приспособления.

Большая часть перечисленных приборов вошла в состав аппаратуры, применяемой до настоящего времени для наблюдений за сдвижением, деформациями и давлением горных пород. Такого рода наблюдения выполняются ВНИМИ и другими научно-исследовательскими институтами, а также отдельными предприятиями горнодобывающей промышленности для решения практических задач, относящихся к области горной геомеханики.

В 1938–1939 гг. в Центральной группе ЦНИМБа разрабатывали конструкции фотодальномера и рудничного нивелира; кроме того, был изготовлен опытный экземпляр прибора для определения астрономического азимута – полюсоискателя Каврайского, испытания которого дали положительные результаты. В Харьковской группе ЦНИМБа была начата разработка прибора для съемки лав (Г.И. Змиенко), а в Московской группе исследовали дальномер «Инверт» (В.В. Померанцев) и сконструировали прибор для указания направления при проведении выработок (З.И. Поляк).

С 1939 г., после организации инструментального сектора в Центральной группе ЦНИМБа (руководитель Д.В. Родкевич), была начата систематическая работа, направленная на совершенствование техники маркшейдерских измерений и создание новых приборов. К работе в секторе впервые были привлечены специалисты по точной механике и оптике, преподаватели кафедры маркшейдерского дела Ленинградского горного института.

Установлению связи с производством и выяснению неотложных нужд маркшейдерской службы содействовал объявленный

ЦНИМБ в 1939 г. всесоюзный конкурс на создание прибора для быстрой съемки лав. В то время были сделаны крупные шаги по пути механизации процессов добычи угля. Значительно возросли длина лавы и скорость ее подвигания, в связи с чем возникла необходимость частой проверки положения очистных забоев. Технических же средств для быстрого производства этой трудоемкой операции не существовало.

Цель конкурса заключалась не только в получении материалов к разработке новых приборов для съемки лав, но также в привлечении к работам ЦНИМБа изобретателей-маркшейдеров и поднятии их творческой активности. Эта цель была достигнута. На конкурс поступило 30 оригинальных схем приборов. Среди них угломерные приборы, вспомогательные приспособления, способствующие ускорению работ по съемке лав, приборы-полуавтоматы и автоматы. Хотя предложений, полностью удовлетворяющих требованиям конкурса, не оказалось, все же некоторые из них были одобрены и премированы, а впоследствии внедрены в практику.

Сразу после организации инструментального сектора была начата разработка прибора для съемки лав, снабженного оптическим внутрибазным дальномером; прибора «проектир направлений» для ориентировки шахт оптическим способом; малого горного теодолита для съемки основных и подготовительных выработок и дальномерной насадки двойного изображения. До войны удалось разработать только эскизные проекты перечисленных выше приборов.

В 1940–1941 гг. в ЦНИМБе были осуществлены мероприятия по обеспечению сектора маркшейдерских инструментов экспериментальной базой. Был приобретен ряд новейших импортных маркшейдерских и геодезических приборов и расширена экспериментальная мастерская для изготовления действующих макетов вновь разрабатываемых приборов. Однако за короткий промежуток времени до начала Великой Отечественной войны эти мероприятия не могли дать больших результатов, и только в послевоенный период работы сектора маркшейдерских инструментов ЦНИМБа получили широкое и эффективное развитие.

Надо признать, что отечественное геодезическое и маркшейдерское приборостроение в первые два десятилетия Советской власти сильно отставало от зарубежных фирм. Основным изготовителем теодолитов для маркшейдерской службы горных предприятий являлся завод «Геодезия». Эти теодолиты снабжались накладными уровнями и буссолями и обеспечивали измерение

горизонтальных углов с погрешностью 30", вертикальных – Г. Для геодезических работ заводом «Аэрогеоприбор» был освоен выпуск 5-секундного универсального теодолита, высокоточного нивелира с инварными двусторонними рейками, 2-секундного триангуляционного теодолита ТТ 2"/6" и 2-секундного универсала АУ 2"/Ю".

С 1934 г. в СССР по инициативе маркшейдерской комиссии Главугля началось серийное изготовление специальных маркшейдерских инструментов и приборов в мастерской по ремонту геодезических инструментов Харьковского инженерно-строительного института. Первоначально в номенклатуре выпускаемых изделий были горные теодолиты 30", эксцентренные трубы к ним, нивелир глухой, буссоль подвесная с полукругом подставки, центрировочные комплекты, консоли, нивелирные рейки и др.

В начале 1938 г. по инициативе главного маркшейдера Наркомугля Е.Е. Блоха мастерская была преобразована в Харьковский завод маркшейдерских инструментов, который к началу Великой Отечественной войны значительно расширил номенклатуру и количество выпускаемой продукции.

4.2. Научный вклад кафедр маркшейдерского дела вузов в развитие маркшейдерии

В 1950 г. девять горных и политехнических вузов вели подготовку инженеров-маркшейдеров и ежегодно выпускали около 400 специалистов, а 17 техникумов готовили техников этой же специальности. С помощью русских маркшейдеров успешно готовили новые кадры союзные республики Советского Союза. На горных предприятиях и в объединениях была развернута большая сеть курсов, на которых готовили маркшейдеров-съемщиков.

Во всех вузах для специальности «Маркшейдерское дело» был принят единый учебный план, что позволило в значительной мере унифицировать учебный процесс и требования к подготовке инженеров-маркшейдеров. В отличие от иностранных вузов, этот план, предусматривающий изучение 29 дисциплин (не считая факультативных), был рассчитан на подготовку инженеров-маркшейдеров широкого профиля, которые могут после окончания учебы работать в любой отрасли горнодобывающей промышленности и геологоразведочного дела и получая при этом хорошую геодезическую подготовку. Почти половина учебных часов по плану отводилась на изучение общетехнических и общеобразовательных дисциплин, играющих важную роль в подготовке студентов к изучению специальных предметов. Практика показывала, что инженеры-

маркшейдеры, выпускаемые вузами, успешно справлялись с работой по специальности.

Кафедры маркшейдерского дела и геодезии были укомплектованы высококвалифицированными педагогическими кадрами. Преподавателями кафедр только с 1949 по 1956 г. было подготовлено и издано более десяти учебных пособий по специальным предметам, что позволило в достаточной мере обеспечить студентов учебниками и учебными пособиями по маркшейдерскому делу, геометрии недр, теории погрешностей и по маркшейдерско-геодезическим приборам.

В то же время еще отсутствовали учебные пособия по фотограмметрии, топографическому и маркшейдерскому черчению, высшей геодезии, не хватало маркшейдерских, геодезических приборов и инструментов.

Общая и специальная подготовка горных техников-маркшейдеров также отвечала требованиям и запросам горного дела. Многие из получивших эту специальность успешно справлялись с работой в должности не только участкового маркшейдера, но и главного. В связи с тем, что техникумы находились в ведении различных промышленных министерств, их учебные планы до 1952 г. несколько различались, но в 1952 г. Минвузом СССР было принято решение о разработке единых обязательных для всех министерств СССР учебных планов для специальности «Маркшейдерское дело». Новые планы были разработаны с таким расчетом, чтобы горные техники-маркшейдеры по своей общей и специальной подготовке были в состоянии понимать и усваивать все новое в развитии маркшейдерского дела.

Проделанная СССР работа по подготовке новых кадров имела решающее значение для развития советской маркшейдерии. Если, как указывалось в докладе А.И. Дисмана на Уральском и Общесибирском съездах маркшейдеров, в 1925 г. в СССР ответственных маркшейдеров было только 231, то в 60-х годах в рядах советских маркшейдеров насчитывались тысячи ответственных работников, ежегодно пополняемые сотнями инженеров и техников.

50 и 60-е годы явились для советской маркшейдерии также периодом формирования и углубления научно-исследовательских работ по основным вопросам маркшейдерского дела. В постановке и выполнении этих работ значительную роль играли научные работники высших учебных заведений горного профиля, число которых в послевоенные годы стремительно возрастало. Уже в конце 50-х годов в 19 горных, горно-металлургических, политехнических

и других институтах страны насчитывалось 8 кафедр маркшейдерского дела, 8 кафедр геодезии и 11 объединенных кафедр маркшейдерского дела и геодезии. В составе этих кафедр работали 182 штатных преподавателя, в том числе 11 докторов и 78 кандидатов технических наук (против 3 докторов и 20 кандидатов наук в 1941 г.).

Сотрудники кафедр оказывали научно-техническую помощь промышленным предприятиям и организациям. Так, в области исследований общих вопросов теории погрешностей, анализа точности и уравнивания опорных сетей, кафедрой геодезии Ленинградского горного института (ЛГИ) были выполнены работы по графическому уравниванию (Н.Г. Келль) и по исследованию закономерностей распределения погрешностей в заполняющих триангуляционных сетях (В.Г. Зданович), кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Харьковского горного института (ХГИ) – по групповому уравниванию (А.И. Кобылин), Московского горного института (МГИ) – по приложению линейной алгебры к уравнивательным вычислениям (В.А. Романов). Эти исследования внесли определенный вклад в развитие теории и практики оценки точности уравнивательных вычислений.

Кафедрой геодезии ЛГИ был выполнен также технико-экономический анализ основных геодезических работ (Х.А. Звонарев); доведены до промышленного внедрения результаты исследования новых способов построения опорных геодезических сетей, выполненных на кафедрах геодезии Томского и Новочеркасского политехнических институтов, проведена обработка базисных измерений методом относительных длин проволок (Среднеазиатский политехнический институт), разработаны новые способы решения прямой и обратной геодезических задач и рационализации топо съемки (Томский политехнический институт).

В области стереофотограмметрической съемки значительный вклад внесен работами Н.Г. Келля (ЛГИ), связанными с применением аэросъемки в горном деле, съемки подводного рельефа и с обработкой аэроснимков; Л.Н. Келль разработал методы узловых точек.

На кафедрах маркшейдерского дела и геодезии Донецкого (ДГИ) и Новочеркасского (НГИ) политехнических институтов разрабатывалась фотограмметрическая съемка открытых горных выработок и совершенствовался способ спаренных фотокамер для короткобазисной стереофотосъемки. На кафедре маркшейдерского дела ЛГИ изучали поведение шахтного отвеса (Н.А. Крякунов), в

ДПИ исследовали коэффициенты интерполяционных формул для оценки влияния погрешности измерения длин в теодолитных ходах (С.Ф. Травник).

В основу Инструкции по производству маркшейдерских работ на криворожских рудниках были положены результаты исследований кафедр маркшейдерского дела Криворожского горнорудного института (КГРИ) и ДПИ (З.Д. Гельман).

Параллельно с этим в ДПИ группой под руководством Д.Н. Оглобина был выполнен анализ точности маркшейдерских съемок на шахтах Донбасса.

Несколько работ с методическим уклоном посвящены вопросам оценки точности маркшейдерских и геодезических измерений с помощью математической статистики (КГРИ – Я.И. Перельштейн, Среднеазиатский политехнический институт – Б.Я. Ростовский).

Работы кафедр маркшейдерского дела и геодезии ИГМИ (Б.В. Измайлов) касались создания новых способов примыкания к шахтным отвесам, ДГИ (И.Г. Лисица) – исследования вариаций магнитного меридиана на различных глубинах в Донбассе, КГРИ (Д.З. Гельман) – исследования и усовершенствования методов производства маркшейдерских съемок в очистных блоках на рудниках Кривого Рога.

На ряде кафедр маркшейдерского дела велись разработки новых маркшейдерских приборов. Так, кафедрой маркшейдерского дела Новочеркасского политехнического института (В.М. Зубов) велась разработка нескольких приборов для съемки подземных горных выработок. Еще в 1948 г. были разработаны действующие макеты угломерного прибора «Тахи-марк» со светопроекционным дальномером; позднее были предложены две конструкции механического прибора для съемки лав, способного, по мысли автора, при прокатывании по поверхности забоя автоматически вычерчивать план лавы в выбранном масштабе.

Кафедры маркшейдерского дела продолжают выполнять многогранную научную работу, внося значительный вклад в решение неотложных задач горнодобывающей промышленности.

Основными направлениями научной деятельности кафедр маркшейдерского дела и прикладной геодезии Ленинградского горного института являются:

- разработка электроакустической аппаратуры и методов маркшейдерской съемки и контроля горных выработок;
- геометризация месторождений полезных ископаемых;
- изучение сдвижения горного массива и земной поверхности над выработанным пространством;

применение фотограмметрии и аэрофотосъемки при геолого-географических исследованиях и в горном деле;

совершенствование методов обработки маркшейдерско-геодезических измерений, разработка и внедрение новых способов построения, уравнивания и анализа геодезических и маркшейдерских опорных сетей с использованием новой вычислительной техники;

совершенствование организации маркшейдерской службы;

разработка новых образцов маркшейдерско-геодезических приборов;

подготовка учебников.

Лабораторией разработки электроакустической аппаратуры, организованной при кафедре маркшейдерского дела, создано свыше 20 приборов для решения маркшейдерских задач в условиях, когда обычные способы контроля и съемок неприемлемы (Д.А. Казаковский, Г.А. Кротов, Л.Н. Руднев, А.А. Гурич, В.К. Чумак, В.Б. Аранович, И.А. Прудов), в том числе для съемки профилей вертикальных рудоспусков (ЗГР-2) для Алтынтюпканского и Тырнаузского комбинатов, для съемки горизонтальных сечений камер (ЗПК-1) на Текелийском месторождении.

Выполнены работы по геометризации структурных и качественных показателей, а также по учету и нормированию потерь и разубоживанию полезного ископаемого при разработке ртутных, медно-никелевых и апатитовых месторождений (Я.Н. Ушаков, Н.И. Стенин, С.П. Павлов и др.). В области сдвижения горных пород и земной поверхности обобщены материалы по наблюдениям за сдвижением земной поверхности на угольных месторождениях, разработана классификация месторождений на основе метода аналогий и составлены Правила и указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок для ряда месторождений полезных ископаемых (Д.А. Казаковский).

Совершенствовалась методика маркшейдерских работ, продолжались изучение соединительных съемок, обслуживания шахтного строительства (М.П. Пятлин), съемка очистных и нарезных выработок (Г.А. Кротов).

Выполнялись работы по созданию надежных методов обработки и уравнивания данных маркшейдерско-геодезических измерений с использованием ЭВМ (А.Н. Белоликов, А.В. Хлебников), разрабатывались оптимальная структура и прогрессивные формы организации маркшейдерской службы на предприятиях горнорудной промышленности (Н.И. Стенин), были созданы новые оригинальные маркшейдерские приборы (Н.А. Гусев).

Большой объем исследований выполнила организованная и руководимая в течение многих лет Н.Г. Келлем лаборатория аэрометодов (ЛАЭМ) при АН СССР. Значительный вклад в теорию погрешностей геодезических измерений, в применение аэрометодов в океанографии и гидрографии внес В.Г. Зданович.

Исследования по применению аэрофотосъемки для крупномасштабного топографического картирования и наземной стереофотосъемки для картирования открытых горных разработок были выполнены Л.Я. Келлем, который организовал во ВНИМИ фотограмметрическую лабораторию.

В настоящее время коллектив кафедры прикладной геодезии исследует общие вопросы методики съемки, проводит съемку карьеров Заполярья и Средней Азии, разрабатывает аппаратуру и методы фотодокументации подземных выработок. (Е.В. Пономарев, Ю.Н. Корнилов и др.).

Сотрудниками кафедры в период с 1965 по 1986 г. издано девять учебников и учебных пособий.

На кафедре маркшейдерского дела Свердловского горного института, организованной в 1910 г. проф. П.К. Соболевским, выполнялся широкий круг исследований под руководством Д.Н. Оглоблина, П.А. Рыжова, Г.И. Вилесова, Б.А. Колганова, А.А. Игошина, Я.Г. Старикова, П.А. Королькова, Ю.И. Туринцева. С 1946 по 1975 г. кафедру возглавлял, Г.И. Вилесов, а с 1975 г. заведующим кафедрой является Ю.И. Туринцев. На кафедре трудятся 15 человек. За 1981–1986 гг. институт выпустил 253 горных инженера-маркшейдера.

Научные исследования проводятся по следующим основным направлениям:

- разработка методики наблюдений за устойчивостью откосов карьеров и способов оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов, способов укрепления откосов;

- совершенствование приборов и методов выполнения маркшейдерских работ;

- геометризация месторождений, разрабатываемых открытым способом.

Разработаны методы оценки уступов (В.В. Камшилов) и вопросы маркшейдерского обеспечения буровзрывных работ (П.П. Бастан).

Созданные на кафедре фотограмметрическая и электронно-оптическая лаборатории ведут большую работу по совершенствованию существующих и разработке новых видов электронно-оптической маркшейдерской аппаратуры, разработаны светодальномерная насадка МСДН-1 (Н.В. Кортев), лазерный тензометр

ЛТ-003 (Н.В. Кортев, Ю.Л. Дегтярь), безотражательный светодальнономер СМБ для съемки подземных камер и пустот (И.В. Кортев, Ю.Л. Дегтярь), приборы для лабораторных испытаний светодальнономеров (В.В. Митрофанов и др.).

Выполнен комплекс работ по совершенствованию маркшейдерского обеспечения строительства тоннелей коммунального и промышленного назначения (Ю.И. Туринцев), разработано руководство по маркшейдерскому обеспечению строительства коммуникационных коллекторов (В.А. Гордеев, Г.В. Земских и др.) и выполнен ряд других важных работ по совершенствованию методики маркшейдерского дела.

Сотрудниками кафедры выполнен большой комплекс работ в области геомеханики. Под руководством Н.Д. Ипполитова проведены исследования и разработаны рекомендации по оценке устойчивости ряда карьеров. С 1974 г. работы по вопросам геомеханики возглавил Ю.И. Туринцев, проведены исследования по контролю состояния карьеров с помощью дальномеров, разработаны рекомендации по углам устойчивых бортов карьеров комбината «Ураласбест» и Минцветмета СССР, выполнен ряд других работ для обоснования мероприятий по обеспечению устойчивости бортов и другим работам (В.Е. Коновалов, Г.В. Земских, А.Т. Леонтьев, С.В. Заславская и др.). Результаты исследований обобщены в Методических указаниях по наблюдениям за деформациями откосов на карьерах Минцветмета СССР (Б.П. Голубко) и Методическом руководстве по повышению надежности предохранительных берм на нерабочих бортах карьеров Минцветмета СССР (Б.Ф. Половов).

Важный этап работ по геометризации месторождений относится к 60–80-м годам, когда изучались изменчивость контуров залежей и содержание полезного ископаемого, разрабатывались методы прогнозирования количественных и качественных показателей на железорудных, никелевых, асбестовых и других месторождениях (Г.И. Вилесов, В.В. Камшилов, А.И. Ивченко, П.П. Бастан, И.М. Диденко).

Результаты этих исследований изложены в Методике геометризации месторождений (Г.И. Вилесов, А.И. Ивченко, И.М. Диденко).

Кафедрой геодезии Донецкого политехнического института в течение длительного времени проводились работы по применению и внедрению аэрофотосъемки для маркшейдерского обслуживания флюсовых карьеров и складов готовой продукции (С.Г. Могильный, В.С. Пастернак), а также по выяснению возможности использования для построения съемочного обоснования в карьерах геодезического радиодальномера РГД, выпускавшегося отечественной промышленностью (С.Ф. Травник, В.В. Мирный).

В конце 50 – начале 60-х годов кафедра маркшейдерского дела Донецкого политехнического института выполняла исследования процесса сдвижения горных пород и земной поверхности на моделях из эквивалентных материалов. Под руководством Д.Н. Оглоблина изучалось сдвижение горных пород и земной поверхности на объемном стенде при разработке свит пологих пластов (Н.М. Зоря, Н.И. Кренев и др.). Сотрудниками кафедры выполнен ряд работ, связанных с маркшейдерским обеспечением реконструкции и геометризации Никитовского ртутного комбината, Тырнаузского медно-никелевого комбината и ряда других рудников, выполнены работы по внедрению гироскопического ориентирования и применению светодальномеров. Коллектив кафедры выполнил также работы по геометризации тектонических нарушений пологих пластов Донбасса.

Коллектив кафедры маркшейдерского дела Московского горного института выполняет большой объем исследований по трем основным направлениям:

1. Геометризация месторождений минерального сырья.
2. Исследования проявления горного давления и сдвижения горных пород.
3. Теоретические исследования в области новой техники и методики геодезических и маркшейдерских работ.

В Московском горном институте кафедра геодезии и маркшейдерского дела восстановлена в 1968 г. Первоначально в состав кафедры входили П.А. Рыжов (заведующий кафедрой), В.А. Букринский, Б.Д. Федорова, В.И. Борщ-Компониец, Н.А. Соцкова.

За период с 1965 по 1985 г. кафедра принимала участие в подготовке к изданию ряда учебников для студентов, в том числе 3-го издания «Геометрия недр» проф. П.А. Рыжова, 2-го издания «Геометрия недр» проф. В.А. Букринского, «Математическая статистика в горном деле» проф. П.А. Рыжова, «Теория ошибок и способ наименьших квадратов» А.И. Мамишвили и др.

Кафедра продолжает развивать традиции горно-геометрической школы Соболевского-Рыжова, проводит научные исследования по геометризации месторождений полезных ископаемых.

При геометризации угольных месторождений Подмосквового бассейна, Стахановского и Центрального (Горловского) районов Донбасса, месторождений Сахалина, большое внимание уделялось методике изучения форм, условий залегания и тектонической нарушенности угольных пластов, оценке размеров и распределению однородных блоков для оптимального планирования горных работ и эффективного использования механизации очистных работ и прогнозирования дизъюнктивных нарушений.

Для ряда участков Донецкого бассейна установлены тектонические поля напряжений и положения главных нормальных напряжений в массиве. На основе геометризации указанных месторождений определены статистические оценки размеров тектонических нарушений в ряде районов.

Работы по геометризации рудных месторождений проводились на медно-никелевых месторождениях Талнахского рудного узла, а также на Парагачайском молибденовом, Маардуском фосфоритовом, Ковдорском и Лебединском (КМА) железно-рудных, Гайском медно-колчеданном, Алтынтюпканском, Заполярном полиметаллических месторождениях.

При геометризации устанавливались тектоническая нарушенность рудных тел, их строение и форма, мощность, закономерности размещения полезных компонентов, характеристик трещиноватости, блочности, физико-механических свойств горных пород.

Для Норильского горно-металлургического комбината совместно с кафедрой геологии изготовлены комплекты горно-геометрической документации, способствующей рациональному планированию горных работ на рудниках «Маяк» и «Комсомольский» (В.В. Ершов, Ю.В. Коробченко, А.Ф. Базанов). Создана перфокартотека на картах К-5 с краевой перфорацией, предусматривающая обработку нескольких десятков дескрипторов, охватывающих все существенные геологические и инженерно-физические свойства руд и вмещающих пород (Э.П. Потешка).

Для Маардуского химического комбината произведено обоснование параметров сети забойного опробования, а также определены исходные данные для разработки нормативов потерь и разубоживания, произведена оценка точности разведки.

На примере Ковдорского и Лебединского (КМА) месторождений для ВИОГЕМа разработана методика оценки точности химических анализов по результатам двойных определений (В.А. Федорченко), методика математического моделирования размещения компонентов на железорудных месторождениях, исследованы вопросы нормирования и определения потерь и засорения железных руд при открытой разработке (А.К. Мясоедов).

На примере Алтынтюпканского месторождения разработана методика оптимизации параметров сетей детальной разведки с учетом экономической эффективности последующей разработки месторождения (Ю.В. Коробченко, Д.И. Боровский, В.В. Руденко, Ю.Н. Новичихин) и ее опытно-промышленная проверка.

Для Алтынтюпканского рудоуправления, Райского ГОКа, комбината «Печенганикель», Никитовского ртутного комбината и Зодско-

го рудоуправления изготовлены комплекты горно-геометрической графической документации, определены оптимальные параметры сетей для разведки планируемых к разработке участков месторождений.

Создаваемая в результате геометризации геолого-геометрическая документация используется двояко: она служит основой для моделирования месторождений на ЭВМ и оптимального решения комплекса задач горной технологии и охраны недр; является основой для нового этапа познания месторождений, его горно-геологических особенностей, структуры, характера оруденения, генезиса и рекомендаций для дальнейшей разведки.

Наиболее важным направлением в совершенствовании управления, перспективного и текущего планирования в горно-добывающей промышленности является создание и внедрение автоматизированных систем управления (АСУ).

Особенности горного предприятия исключают возможность прямого заимствования готовых решений в области информационного обеспечения и требуют специальных разработок.

Для АСУ горных предприятий, работающих в режиме оперативного планирования, на примере рудника «Маяк» Норильского ГМК проведены исследования вопросов построения на ЭВМ цифровой модели месторождения с переходом к алгебраической геометризации многомерного геохимического поля (С.Х. Гиттис).

Разработанная на ее основе методика автоматического распознавания образов – статически однородных минералогических типов руд – значительно уменьшила погрешность подсчета запасов в блоках и послужила определяющим фактором при выборе оптимального порядка отработки. Результаты исследований использованы в техническом проекте АСУП «Рудник» Норильского ГМК.

Совместно с кафедрой геологии проведены исследования информационного обеспечения геолого-маркшейдерских задач АСУ горными предприятиями.

Разработана классификация геолого-маркшейдерской информации на действующих горных предприятиях с точки зрения ее автоматизированной обработки: по месту возникновения, стабильности, времени формирования и передачи на вход системы. Разработана система информационного обеспечения, которая содержит комплекс специальных форм документов, упорядоченный по квалификационным признакам информационный фонд, массивы данных для централизованного хранения и способы их организации в ЭВМ, технологическую схему обработки данных.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Маркшейдерское дело – это?
2. С какими науками связано маркшейдерское дело?
3. Когда впервые упоминается о маркшейдерских работах?
4. Какой из перечисленных приборов использовали для измерений в древнем мире?
5. В каком веке стали использовать для измерений компас?
6. Когда вышел первый труд о маркшейдерском деле и когда он был написан?
7. Когда маркшейдерское дело стало самостоятельной наукой?
8. Когда образовалось ЦНИМБ?
9. Кто был первым научным руководителем ВНИМИ?
10. Какие из перечисленных фирм выпускают маркшейдерско-геологические приборы?
11. Кто создал первый теодолит?
12. Кто из учёных является основоположником маркшейдерского дела в России?
13. Что в переводе с немецкого означает термин «маркшейдерское дело»?
14. В какое время ЦНИМБ был преобразован во ВНИМИ?
15. Основные научные направления, которыми занимается ВНИМИ?
16. Какие приборы были разработаны ВНИМИ?
17. При разведке какие задачи решает маркшейдерская служба?
18. При строительстве какие задачи решает маркшейдерская служба?
19. При эксплуатации какие задачи решает маркшейдерская служба?
20. Что входит в функции службы главного маркшейдера?
21. Задачи маркшейдерской службы?
22. Какая организация осуществляет государственный контроль за организацией работы маркшейдерской службы?
23. Кто из ученых закончил Санкт-Петербургский горный университет?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрикола Г. «О горном деле и металлургии». – М., 1962.
2. «Отечественная маркшейдерия и горная геомеханика» / под ред. М.И. Щадова. – М.: Недра, 1987.
3. Маркшейдерское дело: учебник для ВУЗов / Д.Н. Оглоблин, Г.И. Герасименко, А.Г. Акимов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1981. – 704 с.
4. История маркшейдерского дела в документах XVI-XX вв. / под ред. В.В. Грицкова. – М.: Жуковский: Киммерийский центр; Кучково поле, 2005. – 496 с., ил.
5. Большая советская энциклопедия. Т. 15. – М., 1974.
6. Маркшейдерский вестник. 1995. № 3.
7. Маркшейдерское дело: учебник для ВУЗов./под ред. И.Н. Ушакова. – М.: Недра, 1989.
8. Горная энциклопедия. Т. 3. – М., 1987.