

пригодны в качестве проекционной основы местной системы прямоугольных координат. Но проекция Гаусса-Крюгера адаптирована к прямоугольным координатам. Ее отличительная и положительная особенность состоит в том, что вдоль осевого меридиана в полосе шириной до $2y \leq 2 \times 10$ км обеспечиваются практически неучитываемые искажения местной системы прямоугольных координат ($\Delta s \leq 4$ мм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Подшивалов В. П. Теоретические основы формирования координатной среды для геоинформационных систем. – Новополоцк, 1998.
2. Морозов В. П. Курс сфероидической геодезии. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Недра, 1979.

УДК 378.026

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО». ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ КУРСА «МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ»

Канд. техн. наук, доц. КОЛОГРИВКО А. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время на территории бывшего СССР функционируют 8 среднеспециальных и 15 высших учебных заведений, ведущих подготовку техников и инженеров по специальности «Маркшейдерское дело». Накоплен достаточный опыт в подготовке кадров для недропользования. Однако отметим некоторое разногласие между современной потребностью производства в маркшейдерах и их подготовкой в учебных заведениях. Выпускники по специальности «Маркшейдерское дело», как правило, подготовлены для работ, обеспечивающих полное освоение месторождений полезных ископаемых, и в меньшей степени – для работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых (в частности, в метростроении) [1]. Это обстоятельство не позволяет обеспечивать полное и комплексное использование недр, промышленную и экологическую безопасность недропользования. Маркшейдерские работы при строительстве метрополитенов в крупных городах имеют по сравнению с работами на горнодобывающих предприятиях и с общими городскими ряд особенностей как в отношении условий для измерений, так и в отношении применяемых мето-

дов [2]. При этом маркшейдеры в плотную сталкиваются со сложными инженерно-геологическими, инженерно-техническими, гидрогеологическими и геомеханическими условиями строительства, стесненными условиями производства работ, обусловленными плотной городской застройкой, постоянно возрастающей нагрузкой на геотехногенные системы и необходимостью обеспечения беспрепятственного движения городского транспорта в районе строительства.

В последнее время работа в метростроении активизировалась, что особенно заметно в крупных мегаполисах, реализующих различные программы по комплексному освоению подземного пространства. Это является следствием необходимости иметь эффективную сеть транспортных коммуникаций, обладающей возможностью оперативного обслуживания мощных пассажиропотоков между промышленными зонами, жилыми районами, культурными центрами. В этой связи наиболее современным и рациональным решением транспортной проблемы в условиях плотной городской застройки представляется сооружение развитой сети метрополитена, прокладываемой в тоннелях (подземные линии), на поверхности

(наземные линии), эстакадах (надземные линии), а также сооружение глубоких вводов.

Показательно и то обстоятельство, что на сегодняшний день в 15 городах имеется метрополитен* – Москва, Санкт-Петербург, Киев, Тбилиси, Баку, Харьков, Ташкент, Ереван, Минск, Нижний Новгород, Новосибирск, Самара, Екатеринбург, Днепропетровск, Алматы и в 10 городах строится – Рига, Красноярск, Омск, Челябинск, Одесса, Ростов-на-Дону, Донецк, Уфа, Казань, Пермь. Функционируют линии скоростного трамвая в Кривом Роге, Волгограде, Львове, Таллинне, Вильнюсе. В 2001 г. в Москве началось строительство монорельсовой транспортной системы, сооружение которой связано с выполнением достаточно жестких требований по точности производства и монтажа элементов конструкций.

На основе передового опыта строительства метрополитенов изложенное выше, безусловно, диктует необходимость совершенствования маркшейдерских работ в области знаний теории и практики ведения работ, их организации и методов, а также внедрения новейших достижений науки и техники в производство. Это приведет к созданию новой специализации «Маркшейдерское дело в метростроении» или

в более широком варианте – «Маркшейдерские работы при строительстве и эксплуатации подземных сооружений» (не связанных с освоением месторождений полезных ископаемых).

Развитие направления в маркшейдерии приведет к его оформлению в учебную дисциплину [3]. Такой подход является безусловным в решении задачи планомерного обеспечения метростроения маркшейдерами, способными решать весь круг маркшейдерских задач при строительстве метро. Курс, который станет основным, – «Маркшейдерские работы при строительстве метрополитенов». Цель курса – подготовить студентов к ведению маркшейдерских работ в метростроении. Задача курса – дать студенту теоретические знания и обучить практическим навыкам по комплексному ведению маркшейдерских работ в метростроении.

Изложенные дидактические принципы построения курса «Маркшейдерские работы при строительстве метрополитенов» (табл. 1), позволят студенту получить прочные теоретические знания и практические навыки в этой области строительства, обеспечить метростроение квалифицированными кадрами, что, в свою очередь, благоприятно повлияет на развитие работ в сфере недропользования.

Таблица 1

Дидактические принципы построения курса «Маркшейдерские работы при строительстве метрополитенов»

№ п/п	Содержание курса	Содержание деятельности	
		Необходимо знать	Необходимо уметь
1	Введение	Основы организации геодезическо-маркшейдерской службы, ее структуру, права и обязанности работников маркшейдерской службы в организациях, занимающихся транспортным строительством	–
2	Геодезическо-маркшейдерские работы при изыскании и проектировании метрополитенов		
2.1	Понятие о процессе изыскания метрополитенов	Программу инженерно-геологических изысканий и содержание геологической экспертизы;	Составлять изыскательские крупномасштабные планы;
2.2	Понятие о процессе проектирования метрополитенов	способы проектирования метрополитенов и требования к ним, классификацию, назначение и содержание основных проектных геодезическо-маркшейдерских чертежей;	читать основные проектные геодезическо-маркшейдерские чертежи;
2.3	Геодезическо-маркшейдерская подготовка проекта	элементы трассы метрополитена, формулы и методику их вычислений	определять размеры параметров трассы, пикетажное значение и координаты главных точек трассы

* Названия городов указаны в порядке очередности ввода линий метрополитенов в эксплуатацию.

№ п/п	Содержание курса	Содержание деятельности	
		Необходимо знать	Необходимо уметь
3	Наземные геодезическо-маркшейдерские работы		
3.1	Планово-высотное обоснование при строительстве метрополитена	Основные положения по проектированию и устройству сети тоннельной триангуляции, основной и подходной полигонометрии, высотной основы, а также организацию геодезическо-маркшейдерских работ при создании планово-высотного обоснования;	Составлять проект планово-высотного обоснования, выполнять уравнильные вычисления и оценку точности созданных сетей, а также составлять подробный технический отчет по выполненной работе;
3.2	Вынесение и закрепление трассы метрополитена на дневной поверхности	способы вынесения и закрепления точек от трассы;	выполнять разбивку трассы;
3.3	Подготовка строительных площадок	порядок отвода участка земли под строительство горного комплекса, порядок получения исходных геодезических данных для съемки отведенной площадки и существующей сети подземных коммуникаций	выполнять вертикальную планировку и составлять план отведенной площадки
4	Геодезическо-маркшейдерские работы при разбивке надшахтных сооружений	Способы и последовательность выполнения разбивки основных и вспомогательных надшахтных сооружений	Вычислять разбивочные элементы
5	Маркшейдерские работы при строительстве стволов и околоствольных выработок		
5.1	Разбивка форшахты	Последовательность выполнения маркшейдерских работ при строительстве форшахты;	Выполнять разбивочные и съемочные работы при сооружении форшахты;
5.2	Маркшейдерские работы при строительстве ствола	способы определения геометрической формы колец ствола;	определять крен ствола, проектировать и закреплять оси на разных горизонтах ствола;
5.3	Съемка готового ствола	способы съемки колец ствола;	составлять план и разрезы ствола, определять координаты центра вписанного в ствол вертикального цилиндра;
5.4	Разбивка для армировки ствола	последовательность выполнения маркшейдерских работ и допуски при армировании ствола;	обеспечивать правильную установку расстрелов и направляющих ствола для шахтного подъема;
5.5	Маркшейдерские работы при строительстве околоствольных выработок	порядок задания направления осей околоствольных выработок	выполнять съемку установленных рам
6	Ориентирование подземной маркшейдерской основы		
6.1	Виды ориентирования	Способы ориентирования подземной маркшейдерской основы, требуемую точность ориентирования;	Выбирать способы ориентирования для конкретных условий производства работ;
6.2	Геометрическое ориентирование	порядок производства маркшейдерских работ при различных способах геометрического ориентирования	выполнять основные и контрольные измерения, обрабатывать их результаты;
6.3	Гирскопическое ориентирование	устройство гиротеодолита, порядок производства маркшейдерских работ по гирскопическому ориентированию;	работать с гиротеодолитом и обрабатывать результаты измерений;
6.4	Передача отметки в подземные выработки	способы и порядок работы по передаче отметки в подземные выработки	выполнять измерения по передаче отметки и обрабатывать их результаты

№ п/п	Содержание курса	Содержание деятельности	
		Необходимо знать	Необходимо уметь
7	Подземная маркшейдерская основа	Порядок производства маркшейдерских работ при проложении ходов подземной полигонометрии, ее схему, допуски измерений и методы уравнивания;	Составлять проект подземной полигонометрии, выполнять уравнивательные вычисления и оценку точности, определять пикетажные значения и смещения полигонометрических знаков относительно проектной оси тоннеля;
7.1	Подземная полигонометрия		
7.2	Подземная высотная основа	порядок и способы производства подземного нивелирования, допуски измерений и методы уравнивания подземных нивелирных сетей	выполнять уравнивательные вычисления и оценку точности подземной нивелирной сети, определять превышения между точками, находящимися в своде и лотке тоннеля
8	Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей метрополитена	Влияние продольных и поперечных невязок на сбойку тоннелей;	Выполнять предварительный расчет величины допустимой несбойки и увязку подземной полигонометрии после сбойки;
8.1	Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей встречными забоями		
8.2	Маркшейдерские работы при задании направления осей тоннелей	способы задания продольной оси тоннеля;	вычислять данные для задания направления оси тоннеля;
8.3	Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей горным способом	порядок маркшейдерских работ при строительстве тоннелей горным способом с монолитной и сборной обделкой;	выполнять разбивочные и съёмочные работы при строительстве тоннелей способами: опертго свода, опорного ядра, с раскрытием на полный профиль; определять и устранять: отклонение тоннеля от проекта, опережение и кручение колец;
8.4	Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей щитовым способом	маркшейдерское оборудование щита и способы определения его положения в плане и профиле;	выполнять расчеты для определения положения щита на прямолинейных и криволинейных участках тоннеля;
8.5	Маркшейдерские работы при строительстве эскалаторных тоннелей и монтаже эскалаторов	порядок маркшейдерских работ и допуски;	выполнять работы по заданию оси эскалаторного тоннеля, производить замеры при монтаже колец, выполнять разбивочные работы при монтаже эскалаторов;
8.6	Маркшейдерские работы при строительстве тоннелей открытым способом	особенности маркшейдерских измерений при создании планово-высотного обоснования	выполнять работы по разбивке свай, лотков, стен, колонн, перекрытий при монолитной и сборной обделке, а также разбивке и креплению котлованов, переносить оси и передавать маркшейдерскую основу в тоннель
9	Маркшейдерские работы при строительстве станций метрополитена	Особенности маркшейдерских работ при сооружении станционных тоннелей, допуски при строительстве и отделке станций;	Выполнять разбивку при сооружении лотков, платформы, пилонов, колонн станций и их архитектурной отделке;
9.1	Маркшейдерские работы при строительстве станций закрытым способом		
9.2	Маркшейдерские работы при строительстве станций открытым способом	особенности маркшейдерских работ при сооружении станций на открытом железнодорожном полотне, допуски при строительстве и отделке станций;	выполнять разбивку при сооружении котлована, лотков, платформы, колонн станций и их архитектурной отделке;

№ п/п	Содержание курса	Содержание деятельности	
		Необходимо знать	Необходимо уметь
9.3	Маркшейдерские работы при строительстве переходов	особенности маркшейдерских работ при строительстве переходов в условиях действующих станций;	выполнять разбивочные работы в условиях действующих станций;
9.4	Маркшейдерские работы при строительстве вестибюлей	особенности маркшейдерских работ при строительстве вестибюлей в условиях исторической застройки, допуски при строительстве	выполнять разбивочные работы в условиях исторической застройки
10	Маркшейдерские работы при специальных способах строительства	Порядок производства маркшейдерских работ при искусственном замораживании грунтов и проходке тоннелей под сжатым воздухом	Выполнять расчеты для разбивки центров замораживающих скважин, передавать направление, координаты и отметку через шлюзовую камеру в зону сжатого воздуха
11	Геодезическо-маркшейдерские работы при сооружении железнодорожных путей	Особенности геодезическо-маркшейдерских работ, порядок и способы съемочных и разбивочных работ, в том числе при строительстве депо; комплекс геодезическо-маркшейдерского обеспечения надземной транспортной системы, требования к точности производства работ; порядок маркшейдерских работ при укладке и бетонировании железнодорожного пути	Производить детальную разбивку оси трассы от поперечников;
11.1	Геодезическо-маркшейдерские работы при сооружении железнодорожного пути на поверхности		выполнять разбивку фундаментов, опор, путей, вагонного депо и станций;
11.2	Геодезическо-маркшейдерские работы при сооружении надземных линий метрополитена		
11.3	Маркшейдерские работы при укладке железнодорожного пути в тоннеле		
12	Маркшейдерский контроль объемов основных работ	Способы замеров и подсчетов фактически выполненных объемов основных работ и их точность	Выполнять замеры и определять объемы выполненных работ
13	Геодезическо-маркшейдерские наблюдения за деформациями поверхностных и подземных сооружений	Геомеханические процессы при строительстве метрополитенов, порядок наблюдения за деформациями поверхностных и подземных сооружений	Выполнять нивелирование деформационных реперов, лотков и сводов тоннелей, анализировать наблюдения за сдвижением горных пород
14	Маркшейдерские работы при реконструкции и обслуживании действующих линий метрополитена	Особенности маркшейдерских работ при реконструкции действующих линий метрополитена	Вычислять разбивочные элементы реконструируемых объектов, выполнять наблюдения за деформациями эксплуатируемых сооружений
15	Геодезическо-маркшейдерские работы, сопутствующие строительству метрополитена	Работы, сопутствующие строительству метрополитена, а также работы, не носящие характер цикличности	Выполнять геодезическо-маркшейдерские работы, дополняющие основные
16	Составление и оформление исполнительных чертежей готовых сооружений	Назначение, порядок выполнения, оформления и использования исполнительных чертежей съемок готовых сооружений	Производить съемки готовых сооружений и составлять их чертежи

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 1997. – 246 с.

2. Кологривко А. А. «Маркшейдерское дело в мет-

ростроении» – перспективная специализация в системе подготовки кадров // Горный журнал. – 2002. – № 11–12. – С. 82–84.

3. Грязнов А. А. Программа для средних специальных учебных заведений по специальности «Маркшейдерское дело». – М.: ВПТИТрансстрой, 1989. – 38 с.