

УДК 622.14.04

Картозия Б.А., Действительный член РАЕН, МГИ

ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА - ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА НАУКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ВЫСШЕГО ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ (Тридцать лет спустя)

Словосочетание ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА появилось в отечественной научно - технической литературе в середине 70-х годов и прочно утвердилось в 80-х. В этот период российскими учеными Г.Е. Голубевым, Е.В. Петренко, Т.Ф. Швецовым, А.П. Старицыным, М.М. Паперновым, А.Ф. Зильбербордом, И.П. Спектором, Б.А. Картозия, В.А. Букринским и др. были опубликованы первые работы по проблеме освоения подземного пространства, в широком ее понимании.

Исключительно важную роль в этом вопросе сыграла научная конференция по проблемам освоения подземного пространства, организованная в 1991 г. Московским горным институтом совместно с Российской академией естественных наук и Тоннельной ассоциацией России, на которой был обобщен опыт комплексного использования подземного пространства России и сформулированы основные научные задачи. В конференции с докладами, сообщениями и выступлениями приняли участие ученые страны, связанные с изучением этой проблемы в разных отраслях экономики: О.А. Алимов, А.Г. Беляев, Н.П. Ваучский, С.Н. Власов, Г.Е. Голубев, Н.В. Дмитриев, Д.Р. Каплунов, Б.А. Картозия, Е.А. Котенко, О.Д. Кедровский, В.А. Копцов, В.В. Лукшин, Л.В. Маковский, О.Н. Макаров, Г.А. Марков, Н.Н. Мельников, В.Е. Меркин, П.Е. Мильман, И.Д. Насонов, М.М. Папернов, Е.В. Петренко, Л.А. Пучков, В.И. Ресин, В.В. Ржевский, А.А. Сегетдинов, В.Н. Скуба, В.И. Смирнов, А.П. Старицын, К.Н. Трубецкой, С.А. Чесноков, Е.И. Шемякин, И.П. Шепелев и многие другие.

Ниже приведен перечень официальных (заказных) докладов сделанных на конференции, который характеризует достаточно широкий охват рассматриваемых проблем.

1. Основные направления и перспективы использования подземного пространства - Е. И. Шемякин, Б. А. Картозия, В.Н. Скуба.
2. Зарубежный опыт освоения подземного пространства - О.Д. Алимов.
3. Подземные горнопромышленные комплексы и концепция повторного использования выработанного пространства в народнохозяйственных целях - В.В. Кармазин, А.И. Коваленко, Е. В. Петренко.
4. Проблемы транспортного тоннелестроения - О.Н. Макаров, С.Н. Власов, В.А. Бессолов.
5. Подземные атомные станции – Н.Н. Мельников.
6. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации городских

подземных сооружений - И.Д. Насонов, Н.П. Шепелев.

7. Основные задачи ГО в использовании подземных сооружений при конверсии. - В.В. Лукшин.
8. Создание тепловых коллекторов в недрах Земли - В.В. Ржевский.
9. Захоронение вредных веществ в подземном пространстве - О.Д. Кедровский.
10. Состояние и перспективы создания подземных гидроэнергетических комплексов - Н.В. Дмитриев, В.Д. Новоженин.
11. Нефтяные и газовые подземные хранилища - В.И. Смирнов, С.Н. Бузинов, Н.Б. Мелкумова.
12. Использование естественных полостей недр - И.А. Печеркин, В.Н. Дублинский, В.Н. Андрейчук.
13. Подземные агропромышленные комплексы - П.Е. Мильман.
14. Подземные здравоохранительные комплексы - В.А. Концов, Л.А. Серебряный.
15. Проблемы использования выработанного пространства рудников для размещения гидротехнических объектов - Г.А. Марков, Г.М. Бабаянц, С.А. Чесноков, И. А. Парабучев, Б.Н. Фельдман.

Конференция, как показало время, дала мощный импульс началу широких исследований, направленных на решение указанной проблемы. Придавая большое значение решению сформулированных на конференции научных направлений, Российская Академия Наук (Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук) создала Научный совет по освоению подземного пространства, который возглавил академик Е.И.Шемякин, а в 1997 году утвердила новую Классификацию горных наук. Впервые в ее состав была введена новая горная наука Строительная геотехнология [1], которая является научной базой для решения проблемы «Освоения подземного пространства».

С 1997 года в рамках ежегодного форума «Неделя горняка» в Московском государственном горном университете работает секция «Строительная геотехнология. Научно-технические проблемы освоения подземного пространства».

В 1998 году в Санкт-Петербурге состоялся крупный международный симпозиум ученых и специалистов в области освоения подземного пространства городов. С 2004 года в Москве проводится Международный научно-производственный форум-выставка «Подземный город», на котором ежегодно обобщается отечественный и зарубежный опыт строительства комплексов городских подземных сооружений. В этих выставках постоянно представлены такие ведущие российские и зарубежные компании: ГУП «Мосинжпроект», ОАО «Мосинжстрой», НПО «Космос» и др., институт «Каналстройпроект», ОАО «Бамтоннельстрой», ОАО «Супр», Херренкнехт А.Г. Ловат, Бауэр технология.

Ко всему вышесказанному следует добавить, что российские строители за последние два десятилетия добились очень серьезных успехов в практическом

решении этой проблемы. Построены подземные объекты мирового технического уровня: Северо-Муйский тоннель БАМ, ТРК «Охотный ряд», Лефортовский тоннель, Серебряноборские тоннели, крупнообъемный подземный комплекс Курского вокзала, многочисленные подземные нефтегазохранилища, гаражи и автостоянки. Успешно внедряется уникальная горнопроходческая техника фирм «Херренкнехт» и «Ловат». Получают широкое внедрение бестраншейные способы прокладки коммуникаций (микротоннелирование, проколы, продавливание). Весьма интересным представляется опыт применения стволопроходческого комплекса «Херренкнехт VSM-7700/5500» в Санкт-Петербурге.

С сожалением приходится констатировать, что наши наиболее значимые успехи в подземном строительстве достигнуты, как правило, с использованием зарубежной техники. Причины такого состояния глубоко проанализированы в статье нашего ведущего специалиста В.П.Самойлова в журнале «Технологии мира», №5, 2009 г.

Глобализация производства, в сфере подземного строительства, понимаемая как интеграция, сближение взглядов и подходов, выработка общего понимания основных принципов решения проблем, выход за рамки складывавшихся десятилетиями отраслевых и ведомственных интересов. Этот процесс сопровождается переходом от достаточно узко специализированных организаций к многопрофильным. Период, когда интересы строителей ограничивались либо строительством метро, либо коллекторных тоннелей, либо оснований и фундаментов уходит в прошлое.

Сейчас горностроительные организации значительно расширили свой профиль и в состоянии строить не только подземные объекты различного функционального назначения, но и вести реставрацию наземных сооружений. Об этом наглядно свидетельствуют составы участников различных тендеров, проводимых московским правительством. Так, например, на счету ведущей горнопроходческой организации «ОАО ГПП-1» восстановление и реконструкция Московского Манежа и Царицынского дворца.

Появляются интересные научно-практические инвестиционные разработки. И здесь, в первую очередь, необходимо отметить работу, выполненную большим коллективом ученых, специалистов-строителей, конструкторов и проектировщиков из России и Германии под руководством Московского государственного горного университета [2]. Речь идет о создании сборной высокоточной железобетонной обделки нового технического уровня (ОНТУ).

Коллекторные обделки нового технического уровня – это обделки, разработанные на основе комплексного учета функциональных, технических, экологических и экономических требований основанных на результатах фундаментальных научных исследований в области механики подземных сооружений, строительных материалов, экологии, экономики и обеспечивающих достижение таких технико-экономических показателей при

строительстве и эксплуатации тоннелей, которые по своему уровню значительно превосходят все прежние аналоги и недостижимы при традиционных подходах к совершенствованию конструкций.

К числу требований, которым должны отвечать ОНТУ относятся:

- **Функциональные:** обеспечивающие соответствие конструкции назначению тоннеля;
- **Технические:** - *конструктивные* – обеспечивающие формирование в элементах конструкции наиболее благоприятного напряженно-деформированного состояния (высокоточная геометрическая форма, конструкции стыков), герметичность, ремонтпригодность.
 - *прочностные* - обеспечивающие требуемую несущую способность (строительные материалы добавки и т.п.);
 - *деформационные* - обеспечивающие деформирование конструкции в допустимых пределах;
 - *эксплуатационные* - обеспечивающие надежность, долговечность;
- **Экологические** - обеспечивающие безопасность процессов взаимовлияния в системе «обделка-массив горных пород»;
- **Экономические** – позволяющие снизить эксплуатационные и расходы.

В настоящее время этой обделкой успешно закреплено 11 км. коммуникационного коллектора в г. Москве.

Представляет большой интерес исследования ученых «ЗАО Триада Холдинг», разработавших «конформативную» технологию продления жизненного цикла эксплуатируемых конструкций подземных сооружений. Основопологающим принципом этой новой технологии является обеспечение максимальной физико-химической и технологической совместимости используемых ремонтных материалов и технологий с теми, что были первоначально использованы при строительстве данного сооружения.

Еще одним знаменательным событием последних лет явилось инициирование руководством градостроительного комплекса г. Москвы работ по созданию нового поколения нормативных документов для подземного строительства. Создание нормативной базы для проектирования различных объектов экономики в нашей стране - дело не новое. На этой базе, основой которой всегда были Строительные нормы и правила (СНиПы) с их многочисленными «Приложениями», «Руководствами», «Инструкциями», по существу, построены все объекты народного хозяйства в доперестроечный период, да и сейчас они используются в той или иной мере. К сожалению, в последующие годы работа над созданием централизованной базы проектирования ослабла, в то время как произошли коренные изменения в экономической политике хозяйствования, отношении к собственности и в целом к идеологии планирования и организации строительства. Нормативная база, за редким исключением, отстает от реалий сегодняшней жизни.

В этой связи постановления Правительства Москвы «Концепция освоения подземного пространства и основные направления развития подземной урбанизации города Москвы» и «О мерах формирования нормативной базы градостроительного и технического проектирования для строительства подземных сооружений капитального строительства в г. Москве», являются настоящим прорывом в многолетних усилиях ученых, проектировщиков и производственников, связанных с решением этой глобальной научно-технической проблемы. И хотя первый вариант «Концепции» пока еще не имеет достаточно глубокого и всестороннего научного обоснования, и, несомненно, должен и будет совершенствоваться, сам факт ее появления это событие, символизирующее окончательное признание властными структурами важности рассматриваемой нами проблемы для мегаполисов.

В последнее время в средствах массовых информационных адрес подземных строителей нередко слышатся негативные отклики по поводу аварийных ситуаций, возникающих при строительстве отдельных (точечных) подземных объектов: это и просадки фундаментов жилых домов, глубокие трещины в несущих конструкциях, провалы на проезжих частях городских магистралей и, даже, курьезные нарушения конструкций тоннелей метрополитенов неглубокого заложения. Анализ этих случаев показывает, что главными причинами такого положения как раз и является отсутствие современных технических регламентов, а в отдельных случаях и совершенно недостаточная квалификация исполнителей, не имеющих опыта ведения горных работ. Примером этого может служить начальный этап строительства подземной части Большого театра.

Уместно будет напомнить, что исключительное право ведения подземных горных работ государственные органы надзора предоставляют инженерам со специальной подготовкой - горным инженерам.

Вместе с тем, приходится констатировать, что до сих пор практически отсутствуют фундаментальные научные разработки, рассматривающие проблему освоения подземного пространства во всем ее многообразии. Многочисленные литературные источники по данному вопросу посвящены, в основном, изучению мирового опыта по практическому освоению подземного пространства, анализу техники и технологий подземного строительства, организации работ. Пожалуй, единственной фундаментальной работой, в которой сделана попытка научно обосновать составляющие этой проблемы (экономическую целесообразность, объемно-планировочные решения, вопросы дневного освещения, вентиляции и т.п.) является монография Д. Кармоди и Р.Стерлинга [3].

За 30 лет по тематике напрямую связанной с освоением подземного пространства защищено всего четыре докторских и одна кандидатская диссертация (2 по техническим наукам и 3 по экономическим), а ведь именно в диссертационных работах обычно содержатся столь необходимые научные обобщения.

Требуют дальнейшего развития и некоторые методологические вопросы Строительной геотехнологии, как базовой науки для решения указанной проблемы. Так, например, до сих пор нет однозначного понимания базового термина «Подземное пространство». Несмотря на то, что вопросы терминологии неоднократно освещались автором в работах [4,5,8], считаю необходимым вернуться к этому вопросу еще раз.

Начнем с определения «НЕДРА ЗЕМЛИ». В развитии экономики России важнейшую роль играет освоение природных ресурсов и в частности недр Земли. В широком смысле понятие «недра» включает земную кору, мантию земли и ее ядро от поверхности до центра земного шара. В более узком понимании недра – это часть земной коры, практически осваиваемая человеком. Иными словами, недра государства это часть земной коры ограниченная сверху земной поверхностью, государственными границами по периметру и глубиной заложения подземных объектов. Соответственно, если речь идет о недрах городских территорий, то границей по периметру будет граница между городом и областью.

Вопрос о пространственном положении государственных границ в недрах Земли в правовом аспекте, рассмотрен в работе д.ю.н. А.В. Лагуткина [6].

Потребностями человеческого общества, уровнем его научно-технических и экономических возможностей определяются глубина проникновения в недра и масштабы их освоения.

Следовательно, ОСВОЕНИЕ НЕДР ЗЕМЛИ – это область человеческой деятельности, связанная с изучением и практическим использованием земной коры в интересах создания требуемого уровня жизнеобеспечения общества.

Под практическим использованием земной коры в данном случае следует понимать освоение всех видов заключенных в ней ресурсов.

РЕСУРСЫ НЕДР (от французского *ressource* – ценности, запасы, возможности), или ГЕОРЕСУРСЫ, представляют собой компоненты природы, которые на данном уровне развития производительных сил используются или могут быть использованы в качестве средств производства и предметов потребления.

К георесурсам в настоящее время относят месторождения твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых; отвалы уже добытых забалансовых полезных ископаемых и горных пород от проходки вскрывающих выработок, в которых содержатся полезные ископаемые; отходы переработки обогатительного и металлургического производства; подземные гидроресурсы, включающие пресные минеральные и термальные воды; внутреннее тепло недр земли.

Особое место в классификации георесурсов занимают природные и техногенные полости в недрах земли. К ним относятся пещеры, карсты, горные выработки, пригодные для повторного использования после исчерпания своих

основных функций, а также специально создаваемые подземные полости для размещения в них сооружений различного функционального назначения.

С этих позиций отдельные участки земной коры, потенциально пригодные для размещения в них промышленных, хозяйственных и других объектов, с полным основанием рассматриваются как специфический георесурс, получивший название «ПОДЗЕМНОЕ ПРОСТРАНСТВО».

Если в рассматриваемом объеме массива пород уже имеется природная или техногенная полость, то это подземное пространство годится для использования после соответствующего приспособления. Если это объем массива горных пород, содержащий различные виды полезных ископаемых (георесурсов) - уголь, руда, каменная соль и т.п., то подземное пространство составят техногенные полости (горные выработки) построенные для их извлечения. И, наконец, если этот массив горных пород по своим свойствам, с учетом технических и экономических возможностей пригоден для размещения в нем объекта экономики, то он также может быть включен в понятие подземное пространство.

Исходя из вышесказанного, можно предложить следующую формулировку общего определения подземного пространства.

ПОДЗЕМНОЕ ПРОСТРАНСТВО – это природные пустоты, техногенные полости, и объемы массива горных пород, потенциально пригодные для строительства подземных сооружений различного функционального назначения.

Природные пустоты – полости в массиве горных пород, образовавшиеся в результате различных геологических процессов. Это могут быть пещеры и карсты, заполненные воздухом или водой.

Техногенные полости - горные выработки заданной формы и размеров.

Подземные сооружения – горные выработки или их комплексы, обустроенные в соответствии с функциональным назначением подземного объекта.

Теперь обратимся к термину **ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА**. Словари определяют слово «освоение» через глагол «освоить» - «усвоить, постичь что-либо, вполне овладеть чем-либо, включить в круг своей хозяйственной деятельности». В нашем контексте это звучит как - овладеть георесурсами и, в частности, поставить «подземное пространство», на службу экономике с целью жизнеобеспечения человеческого общества.

Следует иметь в виду, что Освоение подземного пространства - это **ГЛОБАЛЬНАЯ** научно-техническая проблема и поскольку подземное пространство в данной постановке рассматривается, в том числе, и как среда пребывания человека, эта проблема превращается в комплексную, решение которой невозможно без использования самого широкого круга технических, экономических, биологических, экологических, правовых и многих других знаний.

Здесь следует сделать одно важное замечание. Данная проблема имеет некоторые специфические особенности в двух отличных друг от друга областях: связанной и не связанной с подземной добычей минеральных ресурсов. Эти особенности касаются методологии и стратегии освоения. Применительно к освоению подземного пространства городов даже используется собственный термин - ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА (Подземное градостроительство), которая по определению Г.Е. Голубева [7] является областью архитектуры и градостроительства, связанной с комплексным использованием подземного пространства городов и других населённых пунктов.

В свою очередь, эта ГЛОБАЛЬНАЯ проблема, включает в себя целый ряд отдельных КРУПНЫХ проблем, таких как создание подземных производственных предприятий по добыче полезных ископаемых, объектов энергетики, обороны, транспортных и инженерных коммуникаций, подземных торговых сетей, производств, объектов сферы социальных услуг и т.п.

Все эти крупные проблемы в большей или меньшей степени АКТУАЛЬНЫ на определенных временных отрезках. Например, в конце двадцатых - начале тридцатых годов прошлого века в связи с индустриализацией страны была большая потребность в угле, поэтому в период 1929-1933 года одновременно в строительстве находилось более 300 шахт. Сейчас их строятся единицы. Или пример из наших дней - транспортная проблема в мегаполисах и, в частности, в Москве. Да, она существует и она актуальна! Но это всего лишь дело времени и финансовых возможностей: если есть средства, стройте новые дороги, развязки, стоянки, парковки и т.п. Мировой опыт показывает, что уровень современных технологий позволяет делать это без особых технических затруднений. Если средств нет – ищите другие решения: например, возьмите их у автовладельцев, либо ограничьте частный автомобильный транспорт, именно в нем причины всей проблемы. Иными словами, актуальность транспортной проблемы в лучшем случае определяет приоритеты в инвестициях на данном временном этапе, а не приоритетность тех или иных подземных сооружений.

Наряду с этим есть проблемы, актуальность которых не является функцией времени. Такой проблемой, к примеру, для мегаполиса является создание долговечных, экологически безопасных сетей городских коммуникационных сооружений, являющихся артериями первостепенной значимости в жизнеобеспечении города.

В терминологическом отношении Освоение подземного пространства – область науки и производства, связанная с использованием природных и техногенных полостей для размещения в них различных жизнеобеспечивающих объектов экономики.

Как уже отмечалось потребности человеческого общества, уровень его научно-технического развития и экономическая целесообразность определяют

глубину проникновения в недра и, следовательно, масштабы их освоения, в том числе и подземного пространства, как одного из видов георесурсов.

В зарубежной терминологии чаще применяется термин «использование подземного пространства». Однако, представляется, что «освоение» (создание подземного объекта) - это первичная фаза, а использование созданного подземного объекта, то есть его эксплуатация – вторичная.

Освоение подземного пространства как одного из георесурсов недр имеет существенную особенность. Извлечение твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых истощает недра земли, и, следовательно, снижает их ценность. Напротив, освоение подземного пространства не только сохраняет ценность недр, но и увеличивает ее, в том числе, за счет возможности повторного использования в новом качестве. Например, горная выработка отработанной шахты преобразуется в подземное хранилище, а оно, в случае необходимости, в объект гражданской обороны и т.д. Таким образом, освоение подземного пространства наглядно иллюстрирует одно из положений современной национальной концепции освоения недр, при котором они (недра) рассматриваются как «сохраняемый комплексный ресурс жизнедеятельности, источник появления новых георесурсов, постоянно обновляемых возможностью использования в новом полезном качестве» [8].

Для освоения подземного пространства могут использоваться различные методы: приспособление природных полостей, строительство специальных подземных сооружений и, наконец, реконструкция существующих объектов для использования их в новом качестве (повторное использование).

Под методом освоения в данном случае понимается принципиальный подход к решению технической задачи, обобщающий различные способы достижения поставленной цели. Например, проведение выработок по неустойчивым водоносным породам осуществляется методом их предварительного упрочнения, а способы этого упрочнения могут быть различными: замораживание, цементация, химическое закрепление и т.п.

Приспособление природной полости для размещения в ней подземного объекта состоит в доведении ее формы и размеров до проектных величин и последующем обустройстве в соответствии с функциональным назначением объекта, техническими, экономическими и другими требованиями.

Строительство подземного сооружения включает проведение горных выработок и их последующее обустройство в соответствии с функциональным назначением подземного объекта.

Обустройство природных и техногенных полостей состоит в выполнении строительных и монтажных работ по обеспечению функциональных, технических, экономических и других требований, заданных по условиям эксплуатации подземного объекта.

Реконструкция подземного сооружения при освоении подземного пространства состоит в его переустройстве (перестройке) с целью повышения

эффективности действующего объекта или повторного использования в новом качестве.

Производственная деятельность, включающая обустройство природных полостей, строительство и реконструкцию подземных сооружений различного назначения с целью рационального использования георесурсов, получила название шахтное и подземное строительство.

Формирование научного и инженерного мировоззрения на ту или иную проблему и, в данном случае, на проблему освоения подземного пространства не возможно без соответствующей фундаментальной базы. Однако на сегодняшний день она еще находится в стадии становления. Поэтому единственной надежной основой для выработки некоторых основополагающих принципов, методов и способов решения этой проблемы может служить практический опыт.

Обобщение многолетнего мирового опыта по освоению подземного пространства, позволяет автору дать субъективную формулировку некоторых положений (постулатов), то есть утверждений, принимаемых без доказательства. Не претендуя на их окончательный вариант как по составу в целом, так и по содержанию каждого в отдельности, считаю, что наличие таких постулатов должно обеспечить единство научной общественности в подходе к пониманию проблемы.

1. Освоение недр Земли - объективная необходимость, связанная с изучением и практическим использованием земной коры в интересах создания требуемого уровня жизнеобеспечения современного цивилизованного общества.
2. Освоение подземного пространства недр – неотъемлемая составная часть глобальной проблемы освоения недр Земли. В широком смысле этого понятия она включает в себя, совокупность отдельных крупных научных проблем решаемых самыми различными науками – геологией, архитектурой, строительной геотехнологией, теплофизикой, акустикой, медициной и др.
3. «Строительная геотехнология» - базовая горная наука для практического решения проблемы освоения подземного пространства.
4. Добыча твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых истощает недра земли, снижая их ценность.
5. Освоение подземного пространства не только сохраняет ценность недр, но и увеличивает ее, в том числе, за счет возможности повторного использования в новом качестве
6. Бессистемное строительство сооружений в подземном пространстве городов – мегаполисов, основанное на точечной застройке, наносит непоправимый вред окружающей среде.
7. Планомерное, комплексное использование городского подземного пространства обеспечивает эффективное развитие городской инфраструктуры мегаполисов.

8. Концепция освоения подземного пространства мегаполисов должна иметь соответствующую методологию, стратегию и аргументировано отвечать на следующие основополагающие вопросы: что, сколько и в какой очередности строить в подземном пространстве; где строить и где не строить; как строить; как эксплуатировать подземные объекты,

9. Одним из основных принципов, заложенных в проектирование и строительство подземных объектов должен быть принцип минимизации ущерба от последствий возможных рисков.

Освоение подземного пространства должно иметь свою МЕТОДОЛОГИЮ и СТРАТЕГИЮ.

МЕТОДОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА - это научно-обоснованная система принципов и методов деятельности по формированию подземной инфраструктуры недр.

Важное замечание: применительно к городам, а тем более к мегаполисам, освоение подземного пространства, должно носить комплексный характер, и рассматриваться не как разовое строительство отдельных, пусть даже уникальных подземных сооружений, а в тесной увязке с общим развитием городских территорий. Только при таком подходе «Генеральный план развития» может обеспечить рациональное и эффективное развитие городской инфраструктуры.

СТРАТЕГИЮ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА следует рассматривать как способ действий для достижения поставленной цели, основанный на долгосрочном планировании в соответствии с принятой методологией.

С учетом вышесказанного, считаю своевременным заострить очень важный, на мой взгляд, вопрос о некоторых особенностях подготовки инженерных кадров, призванных обеспечить практическое решение рассматриваемой нами проблемы.

Подземных строителей готовили и готовят не только в горных вузах, а также в строительных и транспортных, однако, историческая заслуга основателя отечественной научно-педагогической школы шахтостроителей проф. Н.М.Покровского и его коллег состоит в том, что они впервые воплотили в жизнь новую парадигму подготовки подземных строителей. Отказавшись в 1953 году от отраслевого и ведомственного принципа при формировании учебного плана, они положили в его основу единый методологический подход, рассматривающий любое проникновение в недра земли как горные работы. Такой подход позволяет создать прочный общеобразовательный фундамент инженерной подготовки, а потребности различных отраслей производства удовлетворять за счет специализаций.

Функционально обособленными объектами профессиональной деятельности специалистов по специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство» являются: угольные шахты, рудники, карьеры, подземные сооружения различного функционального назначения: тоннели, метрополитены, хранилища, ГЭС и АЭС, городские подземные инженерные

сооружения и другие объекты, связанные с освоением подземного пространства и выполнением сопутствующих общестроительных работ на поверхности Земли. Перечисленные объекты профессиональной деятельности характеризуются сложными и опасными условиями производства работ, связанными с нахождением в замкнутом подземном пространстве, возможностью внезапных проявлений природного происхождения (горные удары, выбросы газа и пород, подземные пожары, прорывы плавучих пород, воды и т.п.). Кроме того, при освоении подземного пространства в крупных городах в условиях плотной городской застройки требуются «ювелирные» методы ведения горностроительных работ во избежание различных техногенных аварий с окружающими строениями и подземными коммуникациями.

Руководство сложными и опасными горно-технологическими процессами, каковыми являются буровзрывные работы, транспорт горных пород, крепление горных выработок, высочайшая степень ответственности за безопасность труда подземного персонала, требуют особого подхода к формированию специалиста-горняка, при котором независимо от вида деятельности и занимаемой должности он должен обладать не только большим объемом технических и организационных компетенций, чем специалист, работающий на поверхности Земли, но и особыми психологическими навыками поведения в подземных условиях, позволяющими в экстремальных случаях принимать единственно правильное решение, основанное на квалифицированном прогнозе реальных последствий от его принятия и готовности нести всю полноту ответственности.

Дипломированные специалисты по специальности 130406 "Шахтное и подземное строительство" должны быть подготовлены к выполнению на должностях горных инженеров – технических руководителей горными и взрывными работами, определяемых "Дополнениями к отраслевым тарифным соглашениям".

Горный инженер носит приставку «горный» не просто как определяющую его отраслевую принадлежность, а потому, что государственными органами надзора ему выдается исключительное право ведения горных работ, сопряженных с высокой степенью риска для его жизни и жизни тех, кем он руководит, что требует получения особых компетенций.

Вышесказанное исключает возможность дробления его подготовки на более низкий и высокий уровень образования. Этот уровень должен быть максимально высоким.

Представляется, что все затронутые нами вопросы, наряду с компетенциями горного инженера-строителя, установленными Государственными образовательными стандартами (ГОС) нового поколения, должны стать обязательной составной частью его инженерного мировоззрения.

В данном контексте, ИНЖЕНЕРНОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ понимается как система обобщенных устойчивых взглядов на проблему «Освоение подземного

пространства», место, занимаемое в ней горным инженером-строителем, а также обусловленные этими взглядами убеждения, нормы поведения и деятельности. Инженерное мировоззрение формируется на основе, фундаментальных и прикладных технических знаний, а также практического опыта, в том числе, личного.

Термин ИНЖЕНЕРНОЕ следует понимать исходя из самого определения понятия инженер (*франц. ingénieur, от лат. ingenium — способность, изобретательность*) — специалист с высшим техническим образованием и с учетом его основной профессиональной задачи, связанной с разработкой новых, в том числе, инновационных решений, а также оптимизацией существующих.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ученых и инженеров состоит в трансформации научно - технических достижений и опыта в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый при комплексном освоении недр или продукт, внедренный на рынке сбыта.

Эта деятельность многогранна и включает такие этапы как:

- проектирование, создание концепции производства;
- организация производства, включая переподготовку персонала;
- маркетинг: приобретение передовых технологий, оборудования, ноу-хау и т.п.

Конечным результатом инновационной деятельности является получение нового технологического процесса, используемого при освоении недр или новое качество продукта, реализуемого на рынке сбыта (услуг).

Инновационное техническое решение – это перспективное научное достижение, воплощенное в технический проект, прошедший промышленную апробацию и обладающий конкурентоспособными качествами на рынке сбыта.

К сожалению, в высшей горной школе до сегодняшнего дня такой подход развит недостаточно, о чем свидетельствует отсутствие в учебных планах и программах дисциплин, направленно способствующих формированию инженерного мировоззрения студентов-горняков строительной специальности на их основную профессиональную проблему Освоение подземного пространства.

С этой целью в Московском государственном горном университете в 2008 году разработан экспериментальный курс «Основы освоения подземного пространства», который в течение двух лет проходит опытную апробацию в качестве «дисциплины по выбору» для студентов специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство» и слушателей Института освоения подземного пространства при МГГУ. Данная дисциплина в определенном смысле носит философский оттенок, а ее изложение требует особого методического подхода. В частности, это касается визуальных методов ее сопровождения. Поэтому в дополнение к изданному «Конспекту лекций» [9] мультимедийное приложение, включающее иллюстративные презентации. В настоящее время, с учетом положительных результатов двухлетней апробации, завершается разработка полномасштабного мультимедийного курса «Основы

освоения подземного пространства», первого для горных инженеров-строителей.

Этот мультимедийный курс представляет собой - комбинированное издание-комплект, включающее:

- рабочую программу по дисциплине «Основы освоения подземного пространства»;
- брошюру с текстами лекций;
- электронный учебник - навигатор;
- методические указания по изучению курса;
- иллюстрационное приложение на компакт - дисках (презентации, видеофильмы);
- справочное приложение на компакт - дисках (журнальные и энциклопедические статьи);
- тетрадь с контрольные вопросы по разделам дисциплины;
- тетрадь для самостоятельной работы

Упомянутый учебник - навигатор представляет собой электронную версию обычного учебника (учебного пособия) со встроенной информационной базой, что позволяет управлять процессом изучения материала курса в соответствии с учебной программой, в объеме и последовательности, обеспечивающими наилучший результат по его усвоению. В этом контексте принятый термин «навигатор» обозначает, что данный вид учебника не только обеспечивает учащегося необходимыми знаниям, но и помогает выбрать правильный порядок (маршрут) их получения. В отличие от традиционных учебных изданий на бумажных носителях мультимедийный курс раскрывает перед обучающимся широкие возможности для самостоятельной работы. Он, по существу, одновременно является самоучителем, библиотекой наглядных пособий к изучаемому курсу, консультантом при его изучении, хрестоматией, рабочей тетрадью, энциклопедией, инструментом для творческой деятельности, позволяет создавать рефераты, конспекты, доклады, презентации и т.д. Предусмотрено изучение курса на трех уровнях: ознакомительном, базовом (на уровне основной профессиональной образовательной программы по специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство»), и высоком, т.е. на уровне обучения в аспирантуре по научной специальности 25.00.22 «Геотехнология (строительная)».

Мультимедийный учебник может быть использован как на занятиях в аудитории, оборудованной компьютерами, так и в домашних условиях. Достаточно высокая степень мультимедийности курса призвана: обеспечить устойчивый интерес к учебе; создать при обучении эффект эмоционального "погружения" в предмет; обеспечить хорошее запоминание учебного материала через образное восприятие и эмоциональное воздействие. Передача информации через крупные, преимущественно объемные графические образы, презентации и видеофильмы делает мультимедийный курс существенно более

эргономичным по сравнению с традиционным, работа с которыми основана только на чтении текста.

Опыт известных уже апробированных мультимедийных изданий, например, по курсу «История России XX век», показывает, что такой учебник нельзя "прочитать по диагонали", "пролистать", не вникая в суть дела. Благодаря встроенным в курс «Тетради с контрольными вопросами по разделам» для самопроверки и «Тетради для самостоятельной работы», преподаватель имеет возможность постоянно контролировать ход изучения курса, и, при необходимости, корректировать индивидуальный учебный процесс. Предлагаемый курс полезен для проведения промежуточных и итоговых семестровых аттестаций. Особую роль, по мнению авторов, он должен сыграть при подготовке специалистов по заочной форме обучения, в условиях, когда студент большую часть времени оторван от активных занятий в ВУЗе. Представляется, что мультимедийная учебная литература в ближайшем будущем займут прочное место в системе подготовки горных инженеров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Картозия Б.А. Строительная геотехнология как составная часть горных наук и ее роль в решении проблемы освоения подземного пространства, Горный информационно – аналитический бюллетень МГГУ, Выпуск 9 – 13 1993 г.
2. Левченко А.Н, Храменков С.В., Валиев А.Г., Пахомов А.В., Федунец Б.И. Опыт строительства канализационного тоннеля без вторичной обделки («рубашки») с применением железобетонных блоков с полимерной футеровкой, Метро и тоннели, №6, 2009.
3. J.Carmody, R.Sterling. Underground space design. Coopiright by V.N.Reinhold, New York, 1993, Library of Congress Catalog Card Number 92-33460 ISBN 0442- 01383-3.
4. Картозия Б.А. Терминологические вопросы строительной геотехнологии, ГИАБ МГГУ, N 5, 1997 г.
5. Картозия Б.А. Научное обеспечение подземного строительства, Специальный совместный выпуск журналов Метро и Подземное пространство мира, Информационно-издательский центр «ТИМР», №1,2000.
6. Лагуткин А.В. Государственная граница в недрах М., Вестник РАЕН,2007,т.7, № 14.
7. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика. – М., Стройиздат, 1979.
8. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. – М., Изд-во АГН, 1997.
9. Картозия Б.А.Основы освоения подземного пространства,-М, Отдел печати МГГУ, 2009.