

В.Н. Аллилуев

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ ГАРАЖЕЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА НА НЕЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Приведены варианты объемно-планировочных решений поперечного сечения выработок-камер по размещению автомобилей для постоянного хранения, рекомендуемые для использования в горно-геологических условиях средних городов. В плане объемно-планировочные решения представляют собой систему параллельных горизонтальных выработок тоннельного типа, состоящую из штольни, штреков, камер для хранения автомобилей и камер обслуживания. Сравнительный анализ технико-экономических показателей и зависимостей их изменения от количества машино-мест разработанных схем генерального плана показал, что перспективными являются схемы с односторонним и с двух сторонним размещением выработок-камер. Предложенный показатель использования подземного пространства у схемы с двух сторонним размещением является наилучшим. Разработана эколого-экономико-технологическая модель проектных решений сооружения гаражей с позиций развития инфраструктуры города. Критерий эффективности проектных решений учитывает доходы от реализации машино-мест, минерального сырья, а также затраты на строительство, оборудование и эксплуатацию. Выбор эффективной объемно-планировочной схемы сооружения подземных гаражей тоннельного типа, сооружаемых закрытым способом с использованием рельефа местности, позволяет снизить объемы и стоимость строительно-монтажных работ, сократить сроки строительства.

Ключевые слова: средние города, объемно-планировочные решения, подземные гаражи, туннельный тип, незастроенные территории.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-0-218-225

Ежегодный рост количества легковых автомобилей в личной собственности порождает существенные негативные проблемы не только в мегаполисах, но и в средних городах России. По данным российского статистического ежегодника в России в 2016 г. зарегистрировано 41,11 млн легковых автомобилей, на 1000 чел. приходится более 285 единиц. Число автомобилей в 2014 г. в Белгородской области составило 293 единицы

на 1000 чел. В городе Белгороде приходится 312 автомобилей на 1000 жителей, в Губкине около 250 автомобилей на 1000 жителей.

Возрастающие проблемы дефицита городских территорий, рост городского населения, скопление на улицах и дорогах транспортных средств ухудшают экологическую обстановку. Автомобили на обочине, во дворе, на улице, в проездах, затрудняют нормальную работу об-

щественного транспорта, специальных служб, препятствуют работе по уборке улиц. Гаражные кооперативы, размещенные в логах, уже не решают проблемы хранения автомобилей. В средних городах накапливаются проблемы свойственные мегаполисам.

В то время как развитие городской инфраструктуры мегаполисов и крупных городов сопровождается активным освоением городского подземного пространства, освоению подземного пространства в региональных центрах, средних городах уделяется недостаточное внимание.

Изучению мирового опыта по практическому освоению подземного пространства, анализу техники и технологий подземного строительства, организации работ посвящены литературные источники, подтверждающие актуальность данной проблемы [1–5].

В связи с этим одним из первостепенных направлений освоения городского подземного пространства становится сооружение подземных гаражей, предпочтено в границах земельных отводов на незастроенных территориях.

Как правило, к незастроенным относятся территории, занятые улицами и дорогами, составляющие 25% от общей площади городской застройки, парками и прочими территориями — 30%. Незастроенные территории в условиях Губкинского городского округа располагаются на окраине города, вблизи террас рек, логов, оврагов. Производство работ закрытым способом и использование рельефа местности является наиболее благоприятным для сохранения природно-архитектурного ландшафта.

Исследования использования подземного пространства с целью размещения объектов различного назначения, устойчивости вмещающего подземное сооружение массива горных пород, методов расчета параметров технологической и

экологической надежности, геомеханических параметров подземных пространств, а также анализ имеющегося опыта эксплуатации подземных объектов позволили обосновать возможность сооружения подземных гаражей в специфических условиях белгородской территории [6–8].

Для условий Губкинской территории в качестве предпочтительного технического решения принимается тоннельный тип подземных гаражей и стоянок.

Объемно-планировочные решения объектов при их строительстве разрабатываются исходя из технологических требований и необходимости обеспечения безопасности работ с учетом горно-геологических условий используемого участка недр и оптимальных для этих условий параметров горно-строительных работ (формы, поперечных размеров, конфигурации и взаиморасположения выработок). В случае необходимости предусматриваются дополнительные выработки с устройством ниш, сбоек, не нарушающие устойчивого состояния выработок [9].

Генеральный план подземной части объектов, как правило, решают в виде следующих схем:

- первая — две (или более) горизонтальные протяженные параллельные выработки (транспортные, вентиляционные, коммуникационные или многофункциональные), между которыми располагаются выработки-камеры. Такие выработки могут иметь непосредственный выход на поверхность (штольни, тоннели, наклонные стволы);
- вторая — система горизонтальных протяженных параллельных выработок-камер, соединенных транспортными, вентиляционными или многофункциональными выработками, имеющими выход на поверхность через штольни [9].

Хранение автомобилей осуществляется в виде рядов или ярусов в выработ-

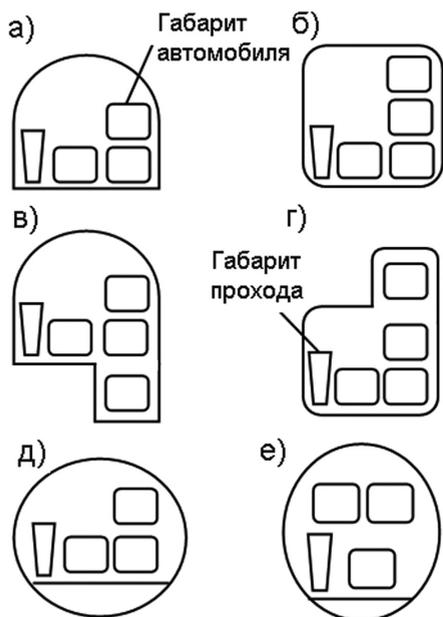


Рис. 1. Схемы расстановки автомобилей в выработках-камерах

ках-камерах, число которых принимается в соответствии технологическими нормами проектирования, но не более трехъярусов.

Рассмотрим несколько вариантов объемно-планировочных решений поперечного сечения выработок-камер по размещению автомобилей для постоянного хранения, которые рекомендованы для использования в горно-геологических условиях города Губкин (рис. 1).

Вариант рис. 1, а схемы расстановки автомобилей предполагает двухъярусное размещение автомобилей по высоте выработки сводчатой формы, может быть с прямыми стенами и полуциркульным сводом, вариант рис. 1, б — трехъярусное размещение в выработке прямоугольной формы. Варианты рис. 1, в, г — трехъярусного размещения автомобилей в выработках с нишами

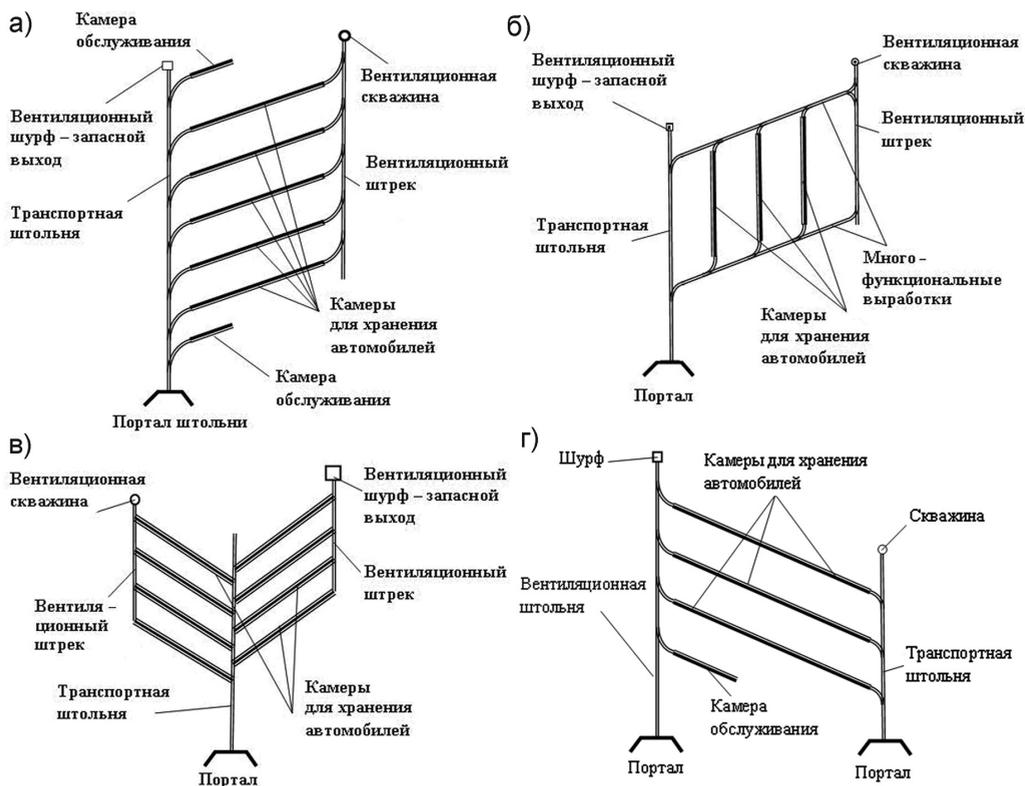


Рис. 2. Схемы генерального плана подземных гаражей

соответственно в подошве и в кровле. Вариант с двух ярусным односторонним размещением в выработке рис.1, д круглой формы и вариант рис.1, е с двух рядным размещением автомобилей в верхнем своде выработки эллиптической формы.

Объемно-планировочные решения в плане представляют собой систему параллельных горизонтальных выработок в составе штольни, штреков и камер для хранения автомобилей, а при необходимости различные камеры обслуживания автомобилей. На рис. 2 приведены схемы генерального плана подземных гаражей.

Первая схема генерального плана включает две горизонтальные протяженные параллельные выработки транспортную штольню и вентиляционный штрек, между которыми располагаются выработки-камеры для хранения автомобилей (рис. 2, а).

На рис. 2, б приведена вторая схема генерального плана — система горизонтальных протяженных параллельных выработок-камер, соединенных многофункциональными выработками и расположенными между транспортной штольней и вентиляционным штреком. Такое расположение предполагает одностороннее размещение камер для хранения автомобилей относительно штольни (рис. 2, а, б).

Третья схема «елочка» с двухсторонним расположением камер для хранения автомобилей относительно центральной расположенной транспортной штольни приведена на рис. 2, в.

Четвертая схема как вариант первой, но с расположением камер для хранения автомобилей между двумя штольнями транспортной и вентиляционной (рис. 2, г).

Для осуществления вентиляции в приведенных схемах сооружаются вертикальные скважины большого диаметра

и шурфы, которые служат также запасными выходами.

Объемно-планировочные решения при проектировании и сравнении вариантов сооружения подземных гаражей оцениваются различными критериями: физическими и относительными строительными объемами, приведенными затратами, экономией затрат, доходами и сроками окупаемости.

Вопросу оценки и выбора вариантов проектных решений и технологий строительства подземных объектов с точки зрения эколого-экономического подхода посвящены работы выполненные в МГУ [10, 11]. Так в работе [11] приводится целевая функция с позиций развития инфраструктуры города в виде соотношения создаваемого количества материальных благ к затратам на строительство, ликвидацию, эксплуатацию объекта, ликвидацию отрицательных экологических последствий, т.е. определяется полезность создаваемого объекта для города. При строительстве тоннелей метрополитенов в качестве критерия выбора решений используются суммарные дисконтные затраты, позволяющие обосновать развитие строительства метро [12].

Представленные схемы генерального плана подземных гаражей с трехъярусным размещением мест хранения, например, на 480 автомобилей имеют следующие технико-экономические показатели: объем выработок 20 000—25 000 м³, площадь 5500—5900 м², протяженность 1220—1650 м. Анализ четырех схем объемно-планировочных решений подземных гаражей показывает, что наименьший общий физический объем подземного пространства имеет схема 3 20 200 м³, наибольший объем 24 550 м³ потребуется для реализации схемы 2, схемы 1 и 4 имеют близкие объемы около 21 тыс. м³.

Для оценки вариантов предложен показатель использования подземного про-

пространства K , определяемый как отношение полезной протяженности или объема (выработок-камер) к общей протяженности или общему объему подземного пространства:

$$K = L_n / L_o, \quad (1)$$

где L_n — полезная протяженность подземного пространства (выработок-камер); L_o — общая протяженность подземного пространства (всех выработок).

Общая протяженность выработок подземного гаража по приведенным схемам определяется по формуле:

$$L_o = \frac{N_{MM} L_{MM}}{nK}, \quad (2)$$

где N_{MM} — количество машино-мест; L_{MM} — длина машино-места; n — количество ярусов; K — показатель использования подземного пространства.

Изменение показателя использования подземного пространства по четырем схемам генерального плана подземных гаражей K в зависимости от количества машино-мест показано на рис. 3 (нумерация рядов соответствует номерам схем).

На показатель K для схем 1, 3, 4 количество машино-мест влияет незначительно, для схемы 2 влияние значительно. Для схемы 3 показатель $K = 0,65$,

схем 1 и 4 — $K = 0,6$. У схемы 2 показатель достигает $K = 0,5$ при количестве машино-мест больше 500. Таким образом, предпочтительной является схема 3, близкие показатели имеют схемы 1 и 4.

Другим важным показателем является площадь, приходящаяся на одно машино-место. Для схемы 3 площадь составляет $11,5 \text{ м}^2$ на машино-место, для схем 1 и 4 более 12 м^2 , схеме 2 составляет $17,5 \text{ м}^2$. Тем не менее площади по рассматриваемым схемам в два раза меньше, чем при традиционном расположении подземных гаражей в подземной части здания. Например, для международного отеля «Интурист» Москва этот показатель равен 32 м^2 [11].

Эколого-экономический подход направлен на обеспечение безопасности, надежности, долговечности подземных объектов, с учетом состояния системы «подземный объект — окружающая среда», на основе использования достижений науки и техники в таких областях как геология, геомеханика, экология, архитектура и строительство, технология и экономика.

Основные требования такого подхода — это экологическая безопасность, сокращение сроков строительства и затрат на возведение подземных объек-

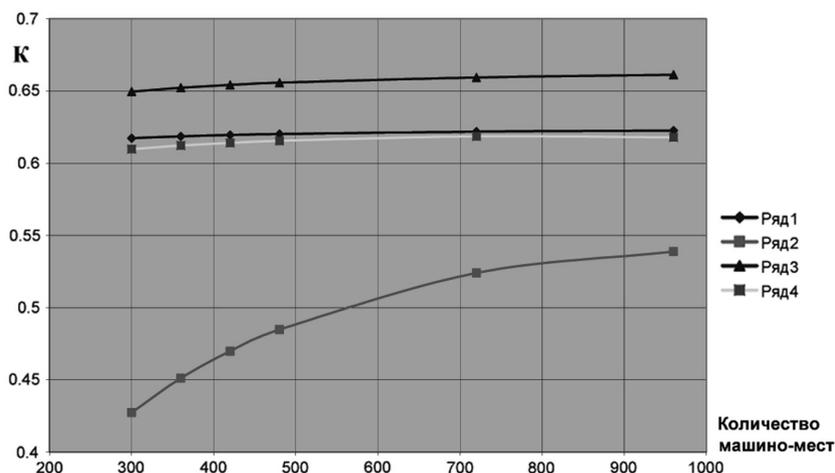


Рис. 3. Изменение показателя использования подземного пространства от количества машино-мест

тов на которых может строиться стратегия освоения подземного пространства.

Разработана эколого-экономико-технологическая модель оценки проектных решений сооружения гаражей с позиций развития инфраструктуры города.

Целевая функция:

$$\mathcal{E}_\Pi = \frac{D + C_{MP} + Y_{OC}}{C_{CMP} + EK + \mathcal{Z}_{ЭК} + N_\Gamma + \mathcal{Z}_{MP}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

Ограничения:

$$V/ПДВ \leq 1; \quad (4)$$

$$C/ПДС \leq 1; \quad (5)$$

$$S_{HT} \geq S_{ГО}; \quad (6)$$

$$D + C_{MP} + Y_{OC} > C_{CMP} + EK + \mathcal{Z}_{ЭК} + N_\Gamma + \mathcal{Z}_{MP}; \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_\Pi > 1, \quad (8)$$

где \mathcal{E}_Π — эффективность варианта проектного решения в долях единиц;

D — доход от подземного объекта;

$$D = C_M + N_M; \quad (9)$$

C_M — цена одного машино-места; N_M — количество машино-мест;

$$C_M = \beta Q_{MP} C_{MP}; \quad (10)$$

C_{MP} — ценность минеральных ресурсов; β — показатель качества минеральных ресурсов; Q_{MP} — объем минеральных ресурсов;

$$Y_{OC} = Q_{MP} y_{OC}; \quad (11)$$

y_{OC} — предотвращаемый ущерб, наносимый окружающей среде; y_{OC} — затраты на складирование единицы минерального ресурса;

E — коэффициент эффективности капитальных затрат на оборудование подземного объекта; K — капитальные затраты на оборудование;

C_{CMP} — стоимость строительно-монтажных работ;

$$C_{CMP} = C_{ИГИ} + C_{ГПР} + C_{КР} \quad (12)$$

где $C_{ИГИ}$ — затраты на инженерно-геологические изыскания; $C_{ГПР}$ — затраты на горно-капитальные и горно-подготовительные работы; $C_{КР}$ — затраты на крепление; $\mathcal{Z}_{ЭК}$ — затраты на эксплуатацию подземного объекта; N_Γ — налоги в городской бюджет; \mathcal{Z}_{MP} — затраты на подготовку минеральных ресурсов; $V, ПДВ$ — выбросы и предельно допустимые выбросы; $C, ПДС$ — сбросы и предельно допустимые сбросы; $S_{HT}, S_{ГО}$ — площадь соответственно незастроенной территории и горного отвода.

По предварительным расчетам эффективность строительства подземного гаража на 480 машино-мест составляет $\mathcal{E} = 1,28$ д.ед. при сметной стоимости объекта 60–70 млн руб.

Подземные гаражи тоннельного типа, сооружаемые закрытым способом, устраиваются с использованием рельефа местности, что упрощает устройство подъездных путей, снижает объемы и стоимость строительно-монтажных работ и сокращает сроки строительства.

Таким образом, на основании выполненных исследований предложены объемно-планировочные решения актуальной проблемы освоения подземного пространства средних городов для размещения объектов с целью развития инфраструктуры и улучшения среды обитания. Предложенные решения позволяют обеспечить экологическую безопасность, экономическую эффективность и технологическую надежность строительства подземных гаражей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теличенко В. И., Зерцалов М. Г., Конюхов Д. С., Королевский К. Ю., Король Е. А. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов: Научное издание. — М.: Изд-во АСВ, 2010. — 360 с.

2. Nishi J., Seike T. Planning and design of underground space use // Mem. Sch. Eng. Nagoya Univ. — 1997. — № 1.

3. Underground works and the environment // Tunnels and tunnel. Int. 1998. — № 4.

4. *Boller A. P.* Utilisation fonctionnelle des volumes souterrains resultant des grands travaux // Tunnels et ouvrages souterrains. — 1989. — 93. — Pp. 141–144.
5. *Pilon B.* In Paris, a City center goes underground // Underground Space. — 1980. — Vol. 5. — Pp. 102–120.
6. *Амилуев В. Н., Бизюлев М. А.* Геологические и горнотехнические условия, благоприятные для освоения подземного пространства в средних городах / Материалы 11-го международного симпозиума «Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях». — Белгород: ВИОГЕМ, 2013. — С. 374–377.
7. *Амилуев В. Н., Бизюлев М. А.* Комплексное техническое обследование состояния подземного сооружения / Экономика, наука, производство. Сборник научных трудов № 25. — Губкин: Губкинский институт (филиал) ФГБОУ ВПО МГОУ, 2012. — С. 6–9.
8. *Амилуев В. Н.* Геомеханические параметры подземных пространств в меловых отложениях // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — № 3. — С. 181–187.
9. *Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов.* — М.: РААСН, 2004. — 110 с.
10. *Куликова Е. Ю.* Методология выбора экологически безопасных технологий подземного строительства. — М.: Изд-во МГГУ, 2005. — 342 с.
11. *Рудяк М. С.* Рациональное использование городского подземного пространства для гражданских объектов. — М.: Изд-во МГГУ, 2003. — 235 с.
12. *Корнилков М. В., Половов Б. Д., Кряжевских А. Н., Кузьмин Н. Г.* Объемно-планировочные решения по строительству и эксплуатации линий екатеринбургского и челябинского метрополитена // Известия вузов. Горный журнал. — 2014. — № 6. — С. 70–78. **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Амилуев Валерий Николаевич — кандидат технических наук, доцент,
Россия, 309186, г. Губкин, Белгородская обл.,
e-mail: allmgou@mail.ru, allvnmgou@mail.ru.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 4, pp. 218–225.

V.N. Alliluev

LAYOUT AND ARRANGEMENT OF PARKING HOUSES IN DEVELOPMENT OF UNDERGROUND SPACE IN UNBUILT CITY AREAS

The layout and arrangement alternatives for underground tunnels meant for permanent storage of vehicles and recommended for operation in ground conditions in the area of mid-size towns/cities are presented. In plan view, these layouts present system of parallel horizontal tunnels including an adit, drifts, vehicle storage rooms and maintenance rooms. The comparative analysis of the technical and economic indexes and their variation depending on the number of parking spots in the developed general plans shows that it is efficient to arrange rooms either on one side or on two sides of a tunnel. The proposed utilization index for the underground space is the best in the two-side arrangement of the rooms. The ecologo-economico-technological model of design solutions on the construction of parking houses from the viewpoint of the urban infrastructure development is implemented. The efficiency criterion of design solutions takes into account incomings from sale of car spots, minerals and raw materials, as well as expenditures connected with the parking house construction, equipment and operation. Selection of an efficient layout and arrangement of tunnel-type parking houses constructed by the underground method, using the land topography makes it possible to cut down the volume and cost of construction-and-assembly work and to shorten the building period.

Key words: mid-size towns/cities, layout and arrangement, underground parking houses, tunnel type, unbuilt areas.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-0-218-225

AUTHORS

Alliluev V.N., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, 309186, Gubkin, Russia, e-mail: allmgou@mail.ru, allvnmgou@mail.ru.

REFERENCES

1. Telichenko V.I., Zertsalov M.G., Konyukhov D.S., Korolevskiy K.Yu., Korol' E.A. *Sovremennyye tekhnologii kompleksnogo osvoeniya podzemnogo prostranstva megapolisov*: Nauchnoe izdanie (Modern technologies for integrated development of underground spaces at mega-cities: Scientific publication), Moscow, Izd-vo ASV, 2010, 360 p.
2. Nichi J., Seike T. Planning and design of underground space use. *Mem. Sch. Eng. Nagoya Univ.* 1997, no 1.
3. Underground works and the environment. *Tunnels and tunnel. Int.* 1998, no 4.
4. Boller A. P. Utilisation fonctionnelle des volumes souterrains resultant des grands travaux. *Tunnels et ouvrages souterrains.* 1989. 93. Pp. 141–144.
5. Pilon B. In Paris, a City center goes underground. *Underground Space.* 1980. Vol. 5. Pp. 102–120.
6. Alliluev V.N., Bizyulev M.A. *Materialy 11-go mezhdunarodnogo simpoziuma «Osvoenie mestorozhdeniy mineral'nykh resursov i podzemnoe stroitel'stvo v slozhnykh gidrogeologicheskikh usloviyakh»* (Mineral Development and Underground Construction in Complicated Hydrogeological Conditions: 11th International Symposium Processing), Belgorod, VIOGEM, 2013, pp. 374–377.
7. Alliluev V.N., Bizyulev M.A. *Ekonomika, nauka, proizvodstvo*. Sbornik nauchnykh trudov no 25 (Economics, science, production. Collection of proceedings no 25), Gubkin, 2012, pp. 6–9.
8. Alliluev V.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no 3, pp. 181–187.
9. *Rukovodstvo po kompleksnomu osvoeniyu podzemnogo prostranstva krupnykh gorodov* (Guides on integrated development of underground space of large cities), Moscow, RAASN, 2004, 110 p.
10. Kulikova E.Yu. *Metodologiya vybora ekologicheskii bezopasnykh tekhnologiy podzemnogo stroitel'stva* (Methodology of selecting environmentally benign technologies for underground construction), Moscow, Izd-vo MGGU, 2005, 342 p.
11. Rudyak M.S. *Ratsional'noe ispol'zovanie gorodskogo podzemnogo prostranstva dlya grazhdanskikh ob'ektov* (Sustainable utilization of urban underground space for civil engineering purposes), Moscow, Izd-vo MGGU, 2003, 235 p.
12. Kornilov M.V., Polovov B.D., Kryazhevskikh A.N., Kuz'min N.G. *Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal.* 2014, no 6, pp. 70–78.

FIGURES

Fig. 1. Spacing chart of vehicles in underground rooms.

Fig. 2. General plans of underground parking houses.

Fig. 3. Variation in the underground space utilization index versus the number of parking spots.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Б. Картозия, А. Корчак, А. Панкратенко, П. Николаев. Под ред. Б.А. Картозия **Кафедра «Строительство подземных сооружений и горных предприятий». История становления и развития специальности и кафедры (1929–2018 гг.)**

Год: 2018, 3-е изд., переработ. и доп.

Страниц: 192

ISBN: 978-5-98672-478-2

UDK: 093:622

Книга отражает путь становления и развития специальности «Шахтное и подземное строительство» и кафедры «Строительство подземных сооружений и горных предприятий» (СПС и ГП) Горного института Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» от момента создания до настоящего времени. Изложена история специальности и кафедры, проиллюстрированная архивными документами и фотографиями. Представлены списки основных научных трудов и учеб-

ных пособий, авторами которых являются преподаватели и научные сотрудники кафедры, списки выпускников, начиная с момента основания до сегодняшнего дня.