

ИННОВАЦИИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

УДК 622.01

DOI: 10.22227/2305-5502.2018.1.1

ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ВЕДУЩИХ ПРОФИЛЬНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

А.З. Вартанов, А.А. Волков¹, В.Н. Захаров, И.В. Петров, А.П. Пустовгар¹

Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова

Российской академии наук (ИПКОН РАН), 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д. 4;

*¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
(НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26*

Предмет исследования: обеспечение благоприятной среды обитания посредством использования подземного пространства недр в целях гражданского строительства — это основной тренд современного развития общества. Крупномасштабное освоение недр мегаполисов и градопромышленных агломераций сталкивается со значительными угрозами, обусловленными рисками последствий техногенного воздействия на горный массив урбанизированных территорий, что требует использования специальных строительных геотехнологий и специалистов-строителей соответствующей квалификации.

Цели: для эффективного освоения подземного пространства необходимо решение задач на стыке строительных и горных наук с формированием современной системы научно-методического обеспечения подготовки кадров в данной области. Необходимо наиболее полно и эффективно использовать научный, образовательный, инновационный и интеллектуальный потенциал академической науки и национальных исследовательских университетов.

Материалы и методы: исходя из необходимости конвергенции науки и образования, с целью интеграции усилий и повышения эффективности научных исследований и образовательной деятельности, направленных на обеспечение эффективного развития горностроительной отрасли России, Московский государственный строительный университет и Институт проблем комплексного освоения недр РАН создали базовую кафедру «Освоение подземного пространства».

Результаты и выводы: проведенный комплекс организационно-управленческих мероприятий, учитывающих потенциал ведущих научных и образовательных школ, позволил сформировать фундамент развития компетенций будущих инженеров-строителей и высококвалифицированных кадров (магистров, кандидатов и докторов наук) в области строительных геотехнологий, на плечи которых ляжет ответственность за эффективное и безопасное освоение недр мегаполисов и градопромышленных агломераций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: освоение подземного пространства, эффективность, кадры, наука, образование, геотехнология, строительство, среда обитания, мегаполис, техногенное воздействие, конвергенция, организационно-управленческие мероприятия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Вартанов А.З., Волков А.А., Захаров В.Н., Петров И.В., Пустовгар А.П. Объединение потенциала академической науки и ведущих профильных университетов для обеспечения эффективного освоения подземного пространства // Строительство: наука и образование. 2018. Т. 8. Вып. 1 (27). Ст. 1. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

UNION OF THE POTENTIAL ACADEMIC SCIENCE AND LEADING SPECIALIZED UNIVERSITIES FOR PROVISION OF THE UNDERGROUND SPACE EFFECTIVE DEVELOPMENT

A.Z. Vartanov, A.A. Volkov¹, V.N. Zakharov, I.V. Petrov, A.P. Pustovgar¹

*Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of the Russian (IPKON) Academy of Sciences,
4 Kryukovsky pereulok, Moscow, 111020, Russian Federation;*

*¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation*

Subject of research: providing of enabling environment through the use of underground subsurface resources for the purposes of civil construction is the main trend of the modern development of society. Large-scale development of the

megacities subsoils and urban-industrial agglomerations faces significant threats caused by the risks of the consequences of techno-genic impact on the rock massif of urbanized areas, which requires the use of special construction geotechnologies and construction specialists of appropriate qualifications.

Objectives: for efficient development of underground space, it is necessary to solve problems at the junction of construction and mining sciences with the formation of a modern system of scientific and methodological support for the training of personnel in this field. It is necessary to use the scientific, educational, innovative and intellectual potential of academic science and national research universities most fully and effectively.

Materials and methods: proceeding from the necessity of convergence of science and education, with the goal of integrating efforts and improving the efficiency of scientific research and educational activities aimed at the Russian mining and construction industry effective development providing, the Moscow State University of Civil Engineering and the Institute for Complex Development of Mineral Resources of the Russian Academy of Sciences created the basic department "Development of Underground Spaces".

Results and conclusions: the conducted complex of organizational and management measures, taking into account the potential of leading scientific and educational schools, has made it possible to form the basis for the development of the competencies of future engineers-constructors and highly qualified personnel (masters, candidates and doctors of sciences) in the field of construction geo-technologies, which will be responsible for effective and safe development of megacities subsoils and urban-industrial agglomerations.

KEY WORDS: development of underground space, efficiency, personnel, science, education, geotechnology, construction, living environment, metropolis, technogenic impact, convergence, organizational and management activities

FOR CITATION: Vartanov A.Z., Volkov A.A., Zakharov V.N., Petrov I.V., Pustovgar A.P. Ob"edinenie potentsiala akademicheskoy nauki i vedushchikh profil'nykh universitetov dlya obespecheniya effektivnogo osvoeniya podzemnogo prostranstva [Union of the potential academic science and leading specialized universities for provision of the underground space effective development]. Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie [Construction: Science and Education]. 2018, vol. 8, issue 1 (27), paper 1. Available at: <http://nso-journal.ru>. (In Russian)

ВВЕДЕНИЕ

Использование человечеством недр не только для добычи полезных ископаемых, но и для ведения хозяйственной деятельности имеет многовековую историю, однако масштабное освоение подземного пространства городов приходится лишь на начало XX в. — одновременно с массовой прокладкой подземных инженерных коммуникаций и строительством метрополитенов в ряде столиц мира. С течением времени и по мере развития новых градостроительных запросов и их решений перечень подземных сооружений увеличивается. Появляются и новые направления использования подземного пространства городов. В XXI в. освоение подземного пространства стало одним из наиболее эффективных способов решения основных территориальных, транспортных и экологических проблем мегаполисов. Решение территориальной проблемы связано с переносом под землю сооружений с дневной поверхности, естественная освещенность которых в процессе эксплуатации не является обязательной. Транспортные проблемы решаются размещением в подземном пространстве значительной части коммуникаций, дорожной сети, вокзалов, транспортно-пересадочных узлов и развязок, общественных автостоянок. Экологические проблемы решаются уменьшением антропогенного воздействия на окружающую среду и созданием рекреационных зон на высвобождаемых от транспортных и инженерных сооружений территориях дневной поверхности [1].

Одновременно с этим крупномасштабное освоение недр мегаполисов и градопромышленных агломераций сталкивается со значительными угрозами,

обусловленными техногенным воздействием на горный массив урбанизированных территорий, что требует использования специальных строительных геотехнологий.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Строительная геотехнология (СТГ) — это совокупность знаний о закономерностях освоения подземного пространства недр, взаимодействии подземных сооружений и горного массива, параметрах их прочности, устойчивости и долговечности. Геотехнологические данные используются при проектировании, строительстве и реконструкции подземных сооружений, а также в процессе их эксплуатации для обеспечения долговременной защиты объектов и окружающей среды [2].

Для эффективного освоения подземного пространства мегаполисов и градопромышленных агломераций необходимо решение задач на стыке строительных и горных наук с формированием современной системы научно-методического обеспечения подготовки квалифицированных кадров в данной области. Для этого необходимо использовать научный, образовательный, инновационный и интеллектуальный потенциал академической науки и национальных исследовательских университетов. Конвергенция академического научного и образовательного контента университетов путем формирования совместных научно-образовательных структур широко используется ведущими странами мира [3–7].

При этом необходимо рассмотрение проблем организации собственных научных школ и решения

новых задач по подготовке кадров высшей квалификации в контексте создания передового научного задела, обладающего мировой научной новизной и опережающим авторским приоритетом. Для этого необходимо определение четких границ между объектами и результатами научной деятельности и инженерного творчества [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходя из необходимости конвергенции науки и образования, с целью интеграции усилий и повышения эффективности научных исследований и образовательной деятельности, направленных на обеспечение эффективного развития горностроительной отрасли России, в 2015 г. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) и Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук (ИПКОН РАН) подписали соглашение о сотрудничестве.

В рамках сотрудничества формируются базовые кафедры, научно-образовательные центры, учебно-научные лаборатории, которые в перспективе станут академической основой формируемого в рамках НИУ МГСУ института геотехнологий в строительстве.

Основными целями данной деятельности являются:

- совершенствование подготовки бакалавров, магистров и специалистов, а также научно-педагогических кадров высшей квалификации на основе интеграции научно-педагогического потенциала;
- выполнение фундаментальных научных исследований и прикладных разработок с целью изучения и совершенствования методов и средств техногенного преобразования недр и подземного строительства;
- комплексное развитие образовательных программ, фундаментальных научных исследований и прикладных разработок в области геотехнологий, подземного строительства, техногенного преобразования недр, геомеханических, геофизических и иных процессов в ненарушенных и техногенно преобразованных недрах, геодезии, маркшейдерии и дистанционного зондирования, геоинформационных технологий и взрывного дела;
- внедрение в промышленность, в социально-экономическую сферу и в учебный процесс результатов фундаментальных и прикладных научных исследований.

Для достижения вышеуказанных целей предусматриваются решения следующих задач:

- совершенствование образовательной деятельности в своей предметной области в соответствии с современными российскими и международными требованиями;
- выбор и обоснование приоритетных научных направлений в области геотехнологий, подземного

строительства, взрывного дела, геодезии, маркшейдерии и дистанционного зондирования, изучения геомеханических, геофизических процессов, развития геоинформационных технологий, иных направлений в предметной области деятельности кафедры, координация научной деятельности по этим направлениям;

- обеспечение взаимодействия фундаментальной и прикладной науки с образовательным процессом на всех его этапах, включая использование результатов совместных научных исследований и разработок при выполнении учебно-исследовательских, лабораторных, курсовых, дипломных и магистерских работ, организации производственной, научно-исследовательской, педагогической и преддипломной практик;

- создание инфраструктуры поддержки научных исследований и инновационных проектов путем объединения учебно-научного и научно-исследовательского оборудования и научно-информационных ресурсов, организации оперативного информационно-аналитического обеспечения научно-образовательной деятельности с использованием центров коллективного пользования;

- повышение уровня учебно-методической работы путем совершенствования базовых и создания новых учебных программ, учебников, учебно-методических пособий, в том числе на электронных носителях и для дистанционного обучения.

В современных непростых условиях развития науки и образования задачи модернизации научной и кадровой политики отраслевых национальных исследовательских университетов и учреждений ФАНО необходимо решать в соответствии с новой парадигмой развития академической, отраслевой и вузовской науки. Интеграция академической и университетской науки позволит обеспечить формирование объединенной базы новых научных знаний с повышением рейтинга университетских и академических научно-педагогических школ [9].

Следует обратить внимание, что современная система управления кадрами горностроительных организаций претерпевает радикальные преобразования вместе со всем российским обществом. Данная ситуация привела к тому, что в настоящее время становится актуальной проблемой поиск новых подходов к формированию и управлению человеческим капиталом с интеграцией универсальных и специализированных компетенций на основе фундаментальных научных знаний, формируемых путем проведения совместных научных исследований [10, 11].

Перед горностроительной отраслью, связанной с освоением подземного пространства мегаполисов, стоят современные научно-технологические вызовы, для ответа на которые необходимо целенаправленное осуществление научно-исследовательской деятельности в следующих актуальных направлениях:

- теоретические основы проектирования подземных сооружений;
- фундаментальные и прикладные исследования по геомеханике, геофизике и геоинформатике;
- геотехнологии строительства подземных сооружений закрытым, открытым и комбинированным способами;
- строительство подземных сооружений на больших глубинах;
- исследование напряженного состояния, современных движений и процессов разрушения горных пород в приложении к подземному строительству и оценке природных рисков;
- контроль и мониторинг подземных сооружений и вмещающих массивов горных пород;
- контроль технологических процессов строительства подземных сооружений;
- геомеханическое и маркшейдерское обеспечение строительства подземных сооружений;
- разрушение горных пород взрывом, техника и технология БВР при открытом и подземном способах строительства подземных сооружений;
- механическое разрушение горных пород, дробление и сортировка;
- рудничная аэрология, вентиляция и проветривание, пылегазовыделение: мониторинг и подавление;
- динамические проявления горного давления, горные удары, контроль и борьба с удароопасностью при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;
- специальные методы строительства подземных сооружений;
- использование геоинформационных систем и технологий;
- исследование и компьютерное моделирование геофизических полей и процессов в геосистемах;
- использование данных дистанционного зондирования земли для изучения геомеханических и геофизических процессов.

Сформирована методология исследования горных массивов и проектирования подземных объектов в градопромышленных агломерациях, основанная на теории проектирования комплексного освоения недр, изложенной в трудах М.И. Агошкова, Д.Р. Каплунова, Н.В. Мельникова, А.Д. Рубана, К.Н. Трубецкого. Это основа выявления и оценки рисков и причин неустойчивости горных массивов при освоении недр мегаполисов. В настоящее время сформированы основополагающие принципы проектирования, формирования и эксплуатации геотехнологических систем, структурными элементами которых являются подземные сооружения на урбанизированных территориях и сопряженные с ними участки недр [12].

Результатом вышеприведенных исследований могут стать следующие научно-прикладные работы:

- экспертиза и оптимизация проектов подземных сооружений и подземной части наземных сооружений, креплений котлованов и т.п.;

- маркшейдерско-геодезическое сопровождение строительства сооружений различного назначения;
- разработка проектов специальных способов возведения котлованов, строительства подземных и заглубленных сооружений, проведения горных выработок;
- контроль пространственных параметров сооружений различного типа, горных выработок и котлованов;
- контроль напряжений и деформаций конструкций сооружений, горных выработок и котлованов;
- контроль качества выполнения технологических процессов подземного и специального строительства — свай различного вида, включая буронабивные и буросекущие, стены в грунте, крепление котлованов, тоннелей иных горных выработок, состояние завывработочного пространства;
- контроль и мониторинг геотехнологических процессов, цементация, химзакрепление, ледопородные ограждения, выполнение геотехнологических работ;
- проектирование и выполнение буровзрывных работ;
- мониторинг и контроль состояния силовых конструкций сооружений различного типа;
- контроль состава и свойств естественных и искусственных строительных материалов;
- мониторинг и контроль хода строительства.

Одним из примеров результата этой деятельности являются методические рекомендации по научно-методическому обеспечению проектирования, строительства и эксплуатации подземных сооружений, позволяющие определять виды и порядок исследования, мониторинга и контроля при использовании недр мегаполисов и зон градопромышленных агломераций. Методические рекомендации предназначены для проектировщиков, изыскателей и инженерно-технических работников строительных и эксплуатирующих организаций в качестве информационной основы для организации работ по определению свойств и контролю состояния природно-техногенных систем физико-техническими методами с целью обеспечения безопасности при строительстве и эксплуатации подземных сооружений и достоверной оценки эффективности реализуемых проектов [13].

При формировании рассмотренной интегрированной системы необходимо ориентироваться на потенциал ее развития для решения научно-образовательных задач в рамках евразийского экономического сотрудничества, БРИКС и ШОС [14].

ВЫВОДЫ

К настоящему времени результатом проведенных работ является создание базовой кафедры НИУ МГСУ «Освоение подземного пространства» и формирование совместного с ИПКОН РАН науч-

но-образовательного центра, в рамках которого проектируются полигоны и научно-исследовательские лаборатории сварочных технологий, буровзрывных работ, специальных методов строительства и уникальных строительных материалов, геотехнологического и эколого-экономического мониторинга строительства и эксплуатации подземных.

Проведенный комплекс организационно-управленческих мероприятий, учитывающих потенциал

ведущих научных и образовательных школ ИПКОН РАН и НИУ МГСУ, позволил сформировать фундамент развития компетенций будущих инженеров-строителей и высококвалифицированных кадров (магистров, кандидатов и докторов наук) в области строительных геотехнологий, на плечи которых ляжет ответственность за эффективное и безопасное освоение недр мегаполисов и градопромышленных агломераций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вартанов А.З., Петров И.В., Федаш А.В. Основные тенденции подземного строительства и освоения недр городов и проблемы проектирования подземных объектов в мегаполисах и зонах градопромышленных агломераций // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 10. С. 160–164.
2. Горное дело. Терминологический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. К.Н. Трубецкого, Д. Р. Каплунова. М. : Горная книга, 2016. 633 с.
3. Saydam S., Kecojevic V. Publication strategies for academic career development in mining engineering // Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy. Section A: Mining Technology. 2014. Vol. 123 (1). Pp. 46–55.
4. Kizil M.S. Recent developments in Australian mining education // Proceedings of the 24th International Mining Congress of Turkey, IMCET, 2015. Ankara, 2015. Pp. 93–100.
5. Waters D.B. Mining education in Australasia // Australian Institute of Mining and Metallurgy Bulletin. 2014. No. 1.
6. Sand A., Rosenkranz J. Education related to mineral raw materials in the European Union: D3.1 Preliminary report on available study programs and existing skill shortages. 2014. 36 p.
7. Волков А.А., Завалишин С.И., Хлыстунов М.С. Критические проблемы организации научных исследований в отраслевых НИУ // Научное обозрение. 2015. № 11. С. 399–408.
8. Волков А.А., Завалишин С.И., Хлыстунов М.С. Проблемы баланса научной и научно-педагогической деятельности в отраслевых НИУ // Научное обозрение: Гуманитарные исследования. 2016. № 3. С. 85–93.
9. Харченко В.А., Петров И.В., Казаков В.Б., Зайцев С.П. Направления совершенствования системы кадрового обеспечения предприятий горнопромышленного комплекса экономики России // Горные науки и технологии. 2012. № 3. С. 134–139.
10. Петров И.В. Научно-образовательные центры как основа кадрового обеспечения развития горнодобывающих отраслей промышленности спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России // Сб. докл. по мат. Десятой Всерос. науч.-практ. Интернет-конф. / под ред. В.А. Гуртова. Петрозаводск : ПГУ, 2013. С. 185–194.
11. Теличенко В.И., Сборщиков С.Б., Пустовгар А.П., Маркова И.М. Инновационный менеджмент в строительстве. М. : МГСУ, 2008. 208 с.
12. Вартанов А.З., Кобяков А.А., Петров И.В. и др. Методологии исследования горного массива при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений с целью учета возможных рисков при оценке эффективности проектов освоения недр градопромышленных агломераций // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 10. С. 284–289.
13. Захаров В.Н., Малинникова О.Н., Вартанов А.З. и др. Исследования, мониторинг и контроль строения и свойств недр мегаполисов и зон градопромышленных агломераций. Т. 1. Общие правила производства работ. М. : ИПКОН, 2015. 88 с.
14. Вартанов А.З., Петров И.В., Федаш А.В. Развитие институтов евразийского технико-экономического сотрудничества в области разведки, добычи твердых полезных ископаемых // Горный Журнал. 2017. № 11. С. 14–18.

Поступила в редакцию 19 сентября 2017 г.

Принята в доработанном виде 20 декабря 2017 г.

Одобрена для публикации 29 декабря 2017 г.

ОБ АВТОРАХ: Вартанов Александр Зараирович — кандидат технических наук, заместитель директора, Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН), 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д. 4; alvartanov@mail.ru;

Волков Андрей Анатольевич — профессор, доктор технических наук, член-корреспондент РААСН, ректор, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; RECTOR@mgsu.ru;

Захаров Валерий Николаевич — член-корреспондент РАН, профессор, доктор технических наук, директор, **Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН)**, 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д. 4; dir_ipkonran@mail.ru;

Петров Иван Васильевич — профессор, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, **Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН)**, 111020, г. Москва, Крюковский тупик, д. 4; piv1961@inbox.ru;

Пустовгар Андрей Петрович — профессор, кандидат технических наук, проректор **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; PustovgarAP@mgsu.ru.

INTRODUCTION

Use of mineral resources by mankind not only for mining, but also for conducting of economic activities has a long history. However, the large-scale development of the underground space of cities occurs only at the beginning of the XX century — simultaneously with the mass laying of underground engineering communications and the construction of subways in several capitals of the world. Over time and with the development of the new urban-constructive requests and their solutions, the list of underground structures is increasing. There are also new directions of cities underground space using. In the XXI century, the development of underground space has become one of the most effective ways to solve the main territorial, transport and environmental problems of megacities. The solution of the territorial problem is connected with the transfer to underground of structures from the day surface, the natural illumination of which is not mandatory in the process of operation.

Transport problems are solved by placing of a significant part of communications, road network, stations, transport and transfer points and junctions, public car parks in the underground space. Ecological problems are solved by reducing the anthropogenic impact on the environment and creating of recreational areas on the day surface territories that are freed from transport and engineering structures [1].

Simultaneously, the large-scale development of the megacities subsoils and urban-constructive agglomerations faces significant threats caused by anthropogenic impact on the rock massif of urban areas, which requires the use of special construction geotechnologies.

LITERATURE REVIEW

Construction geotechnology (CG) is a complex of knowledge about the regularities of underground subsurface space development, the interaction of underground structures and rock massif, parameters of their firmness, stability and durability. Geotechnological data are used in the design, construction and reconstruction

of underground structures, as well as in the process of their operation to ensure long-term protection of objects and the environment [2].

For effective development of megacities and urban-industrial agglomerations underground space, it is necessary to solve problems at the junction of construction and mining sciences with the formation of a modern system of scientific and methodological support for the qualified personnel training in this field. For this, it is necessary to use mostly scientific, educational, innovative and intellectual potential of academic science and national research universities. Convergence of academic scientific and educational content of universities is widely used by the leading countries of the world through the formation of joint scientific and educational structures [3–7].

Wherein, it is necessary to consider the problems of our own scientific schools creating and solving of new tasks for highly qualified personnel training in the context of advanced scientific reserve creation, which has the global scientific novelty and author's priority ahead. Aiming this, it is necessary to define clear boundaries between objects and the results of scientific activity and engineering creativity [8].

RESEARCH RESULTS

Proceeding from the need of science and education convergence, in order to integrate efforts and increase the effectiveness of scientific research and educational activities aimed at provision of the effective development of the Russian mining construction industry, in 2015 the National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MSUCE) and the Institute for Integrated Subsoil Development of The Russian Academy of Sciences (IISD RAS) signed an agreement on cooperation.

Within the cooperation, the basic departments, scientific and educational centers, educational and scientific laboratories are formed, which in perspective will become the academic basis of the institute of construction geotechnology, being formed within the framework of NRU MSUCE.

The main objectives of this activity:

- improvement of training of bachelors, masters and specialists, as well as scientific and pedagogical staff of the highest qualification on the basis of integration of the scientific and pedagogical potential;
- implementation of fundamental research and applied developments in order to study and improve the methods and means of technogenic conversion of subsoils and underground construction;
- complex development of educational programs, fundamental scientific research and applied developments in the field of geotechnology, underground construction, technogenic transformation of subsurface resources, geomechanical, geophysical and other processes in undisturbed and technologically transformed subsoils, geodesy, mine surveying and remote probing, geoinformation technologies and explosives;
- the extension of the results of fundamental and applied scientific research into industry, socioeconomic sphere and the educational process

The following tasks are to be solved to achieve the above goals:

- improvement of educational activities in its subject area in accordance with modern Russian and international requirements;
- selection and substantiation of prior scientific directions in the field of geotechnology, underground construction, explosive works, geodesy, mine surveying and remote probing, geomechanical and geophysical processes, development of geoinformation technologies, other areas in the field of subject activity, coordination of scientific activities in these areas;
- providing the interaction of fundamental and applied science with the educational process at all its stages, including the use of the results of joint research and development in the implementation of educational research, laboratory, coursework, theses and master's works, the organization of production, scientific research, pedagogical and pre-diploma practice;
- creation of an infrastructure for supporting scientific research and innovative projects by combining educational and scientific research equipment and scientific and information resources, organizing operational information and analytical support of scientific and educational activities using the centers of collective use;
- upraising of teaching and methodical work level by improving of basic and new programs, textbooks, methodical manuals, including electronic carriers and distance learning.

In today's difficult conditions of science and education development, the task of modernizing of the scientific and personnel policy of the branch national research universities and institutions of the Federal Agency of Scientific Organizations (FASO) must be solved in accordance with the new paradigm of academic, branch and university science development. Integration of academic and university science will ensure the formation of a unified base of new scientific

knowledge with university and academic research and teaching schools rating increase [9].

It should be noted that the modern system of personnel management of mining and constructive organizations undergoes radical transformations together with the entire Russian society. This situation has led to the fact that at present it is becoming an urgent problem to search for new approaches for human capital formation and management with the integration of universal and specialized competencies based on fundamental scientific knowledge formed through joint research [10, 11].

Modern scientific and technological challenges are facing the mining and constructing industry associated with the development of the underground space of megacities and aiming to respond to the challenges it is necessary to carry out targeted research activities in the following topical areas:

- theoretical basis for the design of underground structures;
- fundamental and applied research in geomechanics, geophysics and geoinformatics;
- geotechnology for the construction of underground structures in closed, open and combined ways;
- construction of underground structures at great depths;
- investigation of the stressed state, modern movements and processes of rock destruction in the application to underground construction and assessment of natural risks;
- control and monitoring of underground structures and host rock massifs
- control of technological processes of construction of underground structures;
- geomechanical and mine surveying support for the construction of underground structures;
- destruction of rocks by explosion, technique and technology of drills with open and underground ways of construction of underground structures;
- mechanical destruction of rocks, crushing and sorting;
- mine aerology, ventilation and airing, dust and gas evolution: monitoring and suppression;
- dynamic manifestations of rock pressure, rock bumps. control and fight against the impact hazard during construction and operation of underground structures;
- special methods of construction of underground structures;
- use of geoinformation systems and technologies;
- research and computer modelling of geophysical fields and processes in geosystems;
- use of remote probing data for studying geomechanical and geophysical processes.

The methodology for studying mountain massifs and designing underground objects in urban industrial agglomerations is based on the theory of design of the complex development of subsurface resources, outlined in the works of M.I. Agoshkov, D.R. Kaplunov,

N.V. Melnikov, A.D. Ruban, K.N. Trubetskoy. This is the basis for identifying and assessing the risks and causes of instability of mountain massifs in the development of megalopolises subsoils. Currently, the basic principles for the design, formation and operation of geotechnological systems are formed, the structural elements of which are underground structures in urbanized areas and associated subsoil areas [12].

The following scientific and applied works may be the result of the above studies:

- expertise and optimization of projects of underground structures and underground part of ground structures, fasteners of pits, etc.;
- mine surveying and geodesic support for the construction of structures for various purposes;
- development of projects for special ways of excavations construction, construction of underground and buried structures, conducting mining workings;
- control of spatial parameters of structures of various types, mine workings and pits;
- control of stresses and deformations of structures, mine workings and pits;
- quality control of technological processes of underground and special engineering – piles of different kind including stuffed-drill and split-drill, walls in the ground, anchorage of pits, tunnels of other mine workings, condition of working space;
- control and monitoring of geotechnological processes. cementing, chemical fastening, ice-rock fencing. geotechnical works;
- design and implementation of drilling and explosive works;
- monitoring and control of various types structures power condition;
- control of composition and properties of natural and artificial building materials;
- control and monitoring the progress of construction.

One of the examples of the results of this activity are methodological recommendations for scientific and methodological support of the design, construction and opera-

tion of underground structures, allowing to determine the types and order of research, monitoring and control when using the subsoil of megacities and zones of urban agglomerations. Methodical recommendations are intended for designers, prospectors and engineering-technical staff of the construction and operating organizations as an information basis for the organization of works on determination of properties and control of the condition of natural and technogenic systems by physicotchnical methods for the purpose of safety assurance at construction and operation of underground constructions and a reliable assessment of efficiency of the realized projects [13].

When forming the considered integrated system, it is necessary to focus on the potential of its development for solving scientific and educational problems within the framework of Eurasian economic cooperation, BRICS and SCO [14].

CONCLUSIONS

In the present the result of the carried out work is the creation of basic departments of NRU MSUCE “Development of underground space” and the formation of scientific educational center joint with IISD RAS, within the framework of which are designed polygons and research laboratories of welding technologies, drilling and explosive works, special construction techniques and unique construction materials, geotechnical and environmental-economic monitoring of construction and operation of underground subsoils.

The conducted complex of organizational and management activities taking into account the potential of leading scientific and educational schools IISD RAS and NRU MSUCE allowed to form the foundation of development of competences of future engineers-constructors and highly qualified personnel (masters, candidates and doctors of Sciences) in the field of construction geotechnologies, on whose shoulders will fall the responsibility for the efficient and safe development of megacities subsoils and urban-industrial agglomerations.

REFERENCES

1. Vartanov A.Z., Petrov I.V., Fedash A.V. Osnovnye tendentsii podzemnogo stroitel'stva i osvoeniya nedr gorodov i problemy proektirovaniya podzemnykh ob"ektov v megapolisakh i zonakh gradopromyshlennykh aglomeratsiy [Main trends in underground construction and exploitation of mineral resources of cities and the problems of designing underground facilities in metropolitan areas and zones of industrial agglomerations in cities]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining Informational and Analytical Bulletin]. 2015, no. 10, pp. 160–164. (In Russian)
2. Gornoe delo. Terminologicheskiy slovar' [Mining. Terminological dictionary]. 5th ed., reviser & enlarged / K. N. Trubetskoy, D. R. Kaplunov eds. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2016. 633 p. (In Russian)
3. Saydam S., Kecojevic V. Publication strategies for academic career development in mining engineering. *Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy. Section A: Mining Technology*. 2014, vol. 123 (1), pp. 46–55.
4. Kizil M.S. Recent developments in Australian mining education. *Proceedings of the 24th International Mining Congress of Turkey, IMCET, 2015*. Ankara, 2015. Pp. 93–100.
5. Waters D. B. Mining education in Australasia. *Australian Institute of Mining and Metallurgy Bulletin*. 2014. No. 1.

6. Sand A., Rosenkranz J. *Education related to mineral raw materials in the European Union: D3.1 Preliminary report on available study programs and existing skill shortages*. 2014. 36 p.

7. Volkov A.A., Zavalishin S.I., Khlystunov M.S. Kriticheskie problemy organizatsii nauchnykh issledovaniy v otraslevykh NIU [Critical problems of organization of scientific research in sectoral scientific research institutes]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review]. 2015, no. 11, pp. 399–408. (In Russian)

8. Volkov A.A., Zavalishin S.I., Khlystunov M.S. Problemy balans nauchnoy i nauchno-pedagogicheskoy deyatel'nosti v otraslevykh NIU [Problems of the balance of scientific and scientific-pedagogical activity in the sectoral research institutions]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review]: Gumanitarnye issledovaniya. 2016, no. 3, pp. 85–93. (In Russian)

9. Kharchenko V.A., Petrov I.V., Kazakov V.B., Zaytsev S.P. Napravleniya sovershenstvovaniya sistemy kadrovogo obespecheniya predpriyatiy gornopromyshlennogo kompleksa ekonomiki Rossii [Directions of improving the system of personnel support for enterprises of the mining complex of the Russian economy]. *Gornye nauki i tekhnologii* [Mining Science and Technology]. 2012, no. 3, pp. 134–139. (In Russian)

10. Petrov I.V. Nauchno-obrazovatel'nye tsentry kak osnova kadrovogo obespecheniya razvitiya gornodobyvayushchikh otrasley promyshlennosti spros i predlozhenie na rynke truda i rynke obrazovatel'nykh uslug v regionakh Rossii [Scientific and educational centers as a basis for personnel development of mining industries supply and demand in the labor market and the market of educational services in Russian regions]. *Sb. dokl. po mat. Desyatoy Vseros. nauch.-prakt. Internet-konf.* [Collected reports of the Tenth All-Russian scientific and practical Internet-conference]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University, 2013. Pp. 185–194. (In Russian)

11. Telichenko V.I., Sborshchikov S.B., Pustovgar A.P., Markova I.M. *Innovatsionnyy menedzhment v stroitel'stve* [Innovative Management in Construction]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, 2008. 208 p.

12. Vartanov A.Z., Kobayakov A.A., Petrov I.V. et al. Metodologii issledovaniya gornogo massiva pri proektirovani, stroitel'stve i ekspluatatsii podzemnykh sooruzheniy s tsel'yu ucheta vozmozhnykh riskov pri otsenke effektivnosti proektov osvoeniya nedr gradopromyshlennykh aglomeratsiy [Methodology for the study of the rock mass in the design, construction and operation of underground structures with the aim of taking into account possible risks in assessing the effectiveness of projects for the development of subsoil resources in urban agglomerations]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'* [Mining Informational and Analytical Bulletin]. 2015, no. 10, pp. 284–289. (In Russian)

13. Zakharov V.N., Malinnikova O.N., Vartanov A.Z. et al. Issledovaniya, monitoring i kontrol' stroeniya i svoystv nedr megapolisov i zon gradopromyshlennykh aglomeratsiy. T. 1. Obshchie pravila proizvodstva rabot [Research, monitoring and control of the structure and properties of subsoil megacities and zones of urban industrial agglomerations. Vol. 1. General rules for the production of works]. Moscow, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, 2015. 88 p. (In Russian)

14. Vartanov A.Z., Petrov I.V., Fedash A.V. Razvitiye institutov evraziyskogo tekhniko-ekonomicheskogo sotrudnichestva v oblasti razvedki, dobychi tverdykh poleznykh iskopaemykh [Development of institutes of the Eurasian technical and economic cooperation in the field of exploration, extraction of solid minerals]. *Gornyy Zhurnal* [Mining Journal]. 2017, no. 11, pp. 14–18. (In Russian)

Received September 19, 2017

Adopted in final form on December 20, 2017.

Approved for publication on December 29, 2017.

ABOUT THE AUTHORS: **Vartanov Aleksandr Zarairovich** — Candidate of Technical Sciences, Deputy Director, **Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences (ICEMR RAS)**, 4 Kryukovsky pereulok, Moscow, 111020, Russian Federation; alvartanov@mail.ru;

Volkov Andrey Anatol'yevich — Professor, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Rector, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, 129337, Moscow, Russian Federation; RECTOR@mgsu.ru;

Zakharov Valery Nikolaevich — Russian Academy of Sciences Corresponding Member, Professor, Doctor of Technical Sciences, Director, **Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences (ICEMR RAS)**, 4 Kryukovsky pereulok, Moscow, 111020, Russian Federation; 4_dir_ipkonran@mail.ru;

Petrov Ivan Vasil'yevich — Professor, Doctor of Economic Sciences, Leading Researcher, **Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences (ICEMR RAS)**, 4 Kryukovsky pereulok, Moscow, 111020, Russian Federation; piv1961@inbox.ru;

Pustovgar Andrey Petrovich candidate of technical sciences, Professor, prorector **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; PustovgarAP@mgsu.ru.