

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-5-43-51

УДК 911.6

УДК 622.23.05

**КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
УКЛАДА ФОРМИРОВАНИЯ (ОСВОЕНИЯ) ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА
НА БАЗЕ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ НОВЫХ ПОДХОДОВ В СТРОИ-
ТЕЛЬНОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ГЕОТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 2**

**THE CONCEPT OF CREATING PERSPECTIVE TECHNOLOGICAL LAYOUT OF
FORMATION (DEVELOPMENT) OF THE UNDERGROUND SPACE ON THE BA-
SIS OF A LEADING DEVELOPMENT OF NEW APPROACHES IN CONSTRUC-
TION GEOTECHNOLOGY AND GEOTECHNICS. PART 2**

Аксенов Владимир Валерьевич^{1,2},
доктор техн. наук, e-mail: 55vva42@mail.ru

Vladimir V. Aksenov^{1,2}, Dr.Sc,

Хорешок Алексей Алексеевич³,

доктор техн. наук, профессор

Alexei A. Khoreshok, Dr.Sc, Professor

Бегляков Вячеслав Юрьевич⁴,

к. т. н., доцент, e-mail: begljakov@rambler.ru

Vyacheslav Yu. Beglyakov, Ph.D, Associate Professor

¹Научноисследовательский центр ООО “Сибирское НПО” Россия, 650002, Кемерово, пр. Со-
ветский, 56

¹Scientific and research centre LLC "Siberian Research and Production Association", 650002, ¹ So-
vetsky Av., Kemerovo, Russia

² Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского Отделения Российской
академии наук, 650065, Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10.

²Federal Research Center of Coal and Coal chemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Scienc-
es, 10, Leningradsky Ave., Kemerovo, 650065, Russian Federation

³Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева 650000, Россия,
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

³T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 650000, 28 Vesennyaya St., Kemerovo, Russia

⁴Юргинский технологический институт филиал Томского политехнического университета
652052, Россия, г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26.

⁴Yurga Technological Institute Branch of Tomsk Polytechnic University, 652052 Leningradskaya Str.
26, Yurga, Russia

Аннотация: В статье приводятся некоторые причины отставания технического уровня в горном машиностроении от передовых отраслей промышленности, обосновывается необходимость формирования нового перспективного технологического уклада в области формирования и освоения подземного пространства. Предлагается новый системный подход к развитию геотехники и геотехнологий, позволяющий создать предпосылки к формированию нового технологического уклада и прорыва России на лидирующие позиции в сфере геотехнологий и горного машиностроения.

Ключевые слова: подземное пространство, геотехнология, технологический уклад, геологический, проходка, выработка, геосреда, движитель.

Abstract: The article presents some reasons for the lag of technical level in mining engineering from ad-
vanced industries, substantiates the need for the formation of a new promising technological structure in the

field of formation and development of underground space. Proposed a new systematic approach to the development of geotechnics and Geotechnology, allowing you to create the preconditions for the formation of a new technological system and the breakthrough of Russia to the leading positions in the field of Geotechnology and mining engineering.

Key words: *underground space, Geotechnology, technological structure, geokhod, mining, excavation, geomedium, propulsor.*

Развитие горных машин давно идет по экстенсивному пути, т.е. повышение характеристик достигается в основном за счет наращивания мощности и массогабаритных характеристик [1, 2], при этом заметного прорыва в техническом уровне не происходит. Имеет место заметное отставание от передовых отраслей, например, от авиастроения. И это характерно не только для российской промышленности, но является общемировой тенденцией.

Технические характеристики самолетов кардинально наращиваются при сохранении и даже при снижении массогабаритных характеристик. Самолеты, разработанные с интервалом в 25 лет, невозможно перепутать при расстановке по возрасту (рис. 1).

Рост технического уровня горных машин, безусловно, тоже имеет место, но, увы, не сравнится

с самолетами. Зачастую определить возраст модели проходческой машины под силу только специалисту (рис. 2).

Возникла необходимость создания нового технологического уклада в горном машиностроении [3]. И при создании нового уклада следует учесть опыт других, более динамично развивающихся отраслей.

Рассмотрим подходы и решения, используемые, в частности, в самолетостроении и кораблестроении. Как известно, в этих областях используются результаты исследований, в основу которых положен процесс изучения движения твердого тела соответственно в воздушной и водной средах.

В таблицах 1 и 2 представлена сложившаяся инфраструктура сопровождения движения твердого тела в различных средах.



Рис. 1. Развитие самолетов: Су-7 1955 г. слева, Су-27 1980 г. справа

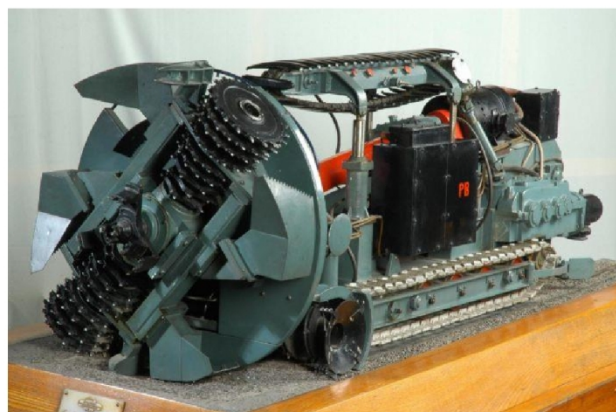


Рис. 2. Развитие проходческих машин: ПКГ-3 1956 г. слева, КРП-3-660/1140 2000 г. справа

Таблица 1– Инфраструктура сопровождения движения твердого тела в воздушной и жидкой средах

Среда	Аппарат в среде	Двигатель	Отрасль машиностроения	Наука сопровождения	Испытательный центр
			Наука создания	Основные задачи науки	
Аэро	Самолет, вертолет и др.	Пропеллер, несущий винт (взаимодействие со средой)	Самолето-, вертолето-, ракетостроение	Аэродинамика летательных аппаратов	Центр летных испытаний
				Изучение сил, возникающих на поверхности тверд. тела, движущегося в воздушной среде	
Гидро	подводная лодка, корабль и др.	Гребной винт (взаимодействие со средой)	Кораблестроение	Гидродинамика подводных аппаратов	Центр подводных испытаний
				Изучение сил, возникающих на поверхности тверд. тела, движущегося в жидкой среде	

Таблица 2– Инфраструктура сопровождения движения твердого тела в твердой среде (геосреде)

Состояние	Аппарат в среде	Двигатель	Отрасль машиностроения	Наука сопровождения	Испытательный центр
			Наука создания	Основные задачи науки	
Существующее положение	Строительные машины приспособленные для работы в подземных условиях	Колесный, гусеничный ход и др. (взаимодействие только на контакте сред)	Горное машиностроение	отсутствует	отсутствует
				отсутствуют	
Предложение	Геоход	Винтовая лопасть (взаимодействие со средой)	Геоходостроение	Геодинамика подземных аппаратов	Центр подземных испытаний
				Изучение сил возникающих на поверхности тв. тела движущегося в твердой сред	

Наиболее показательной является отрасль авиастроения. Зародившись на рубеже позапрошлого и прошлого веков, отрасль всего за сто с небольшим лет прошла гигантский путь от первых авиеток до современных лайнеров, вертолетов и летательных роботов. На рисунке 3 условно показана схема технологического уклада в авиастроении, причем этот уклад был сформирован в СССР на рубеже 20-х, 30-х годов прошлого века в тяжелых условиях развала промышленности, когда страна находилась в технологической и экономической блокаде, или, как сказали бы в наше время, – под санкциями.

Технологический уклад в авиастроении выдержал испытание временем: внес большой вклад в создание «красного» воздушного флота, победу в войне, создание реактивной авиации и, несмотря на тяжелейшую экономическую ситуацию в стране в 90-х годах, удержал ее на передовых по-

зициях в мире в области авиастроения.

Ключевыми элементами (структурами) технологического уклада в авиастроении являются:

– **Аэродинамика летательных аппаратов** [4, 5]. Фундаментальная наука, занимающаяся изучением сил возникающих на поверхности твердого тела движущегося в воздушной среде.

Основной задачей аэродинамики [5, 6] является выбор рациональной формы летательных аппаратов (ЛА) с целью получения заданных летно-технических характеристик, а также определения аэродинамических нагрузок и тепловых потоков, действующих на поверхность ЛА, для прочностных расчетов.

– **Самолетостроение** [7, 8].

1) Научная дисциплина, связанная с проектированием и конструированием самолетов.

2) Отрасль промышленности, занимающаяся производством самолетов.



Рис. 3. Схема технологического уклада в авиастроении

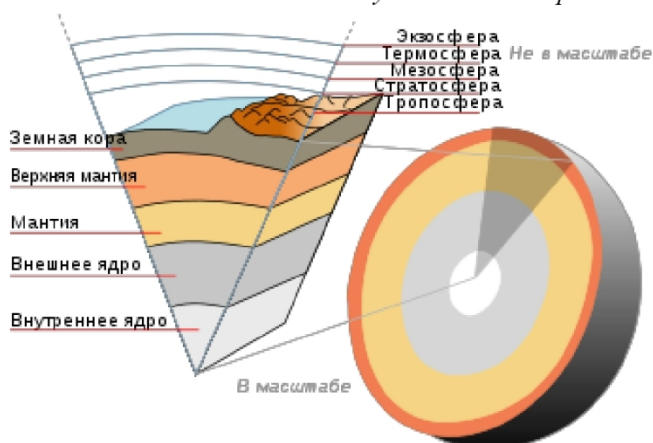


Рис. 4. Земля в разрезе

Самолетостроение (авиастроение) в свое время инициировала необходимость проведения индустриализации страны, а также стала одним из основных потребителей создаваемых компонентов машиностроения: материалы; подшипники, механизмы и др.

– **НИИ (Центры) летных испытаний** [9, 10]. Появление новых профессий: летчик – испытатель, инженер – испытатель, методов и методик

- 1) Проведение полномасштабных наземных и летных испытаний авиатехники и их систем.
- 2) Участие в доведении и модернизации авиатехники на всех этапах ее жизненного цикла.
- 3) Внедрение прошедших испытание авиатехники и их систем в гражданскую и военную авиацию.

– **Проектно-технологический инструментарий.**

- 1) Проектирование аэропортов и др.
- 2) Навигационное обеспечение и др.
- 3) Подготовка кадров.
- 3) Создание и совершенствование нормативно-законодательной базы.
- 4) Обеспечение безопасности полетов и эксплуатации авиатехники.

В совокупности элементы (структуры) технологического уклада в авиастроении образуют не-

кий объем знаний – парадигму¹ знаний технологического уклада. На рисунке 3 парадигма условно представлена в виде объема тетраэдра.

При любом изменении (увеличении) знаний в каком либо элементе (структуре) технологического уклада в авиастроении увеличивается объем тетраэдра, то есть общая парадигма знаний технологического уклада.

Основным достоинством сквозного технологического уклада в авиастроении является сокращение периода времени от формирования замысла, разработки, изготовления новых ЛА и их систем, доводки изделий до внедрения их в гражданскую и военную авиацию.

Воздушная среда.

На рисунке 4 представлен разрез Земли [12]. Практическое значение для гражданской авиации в настоящее время имеют нижние слои атмосферы: тропосфера и нижняя часть стратосферы (до высоты 20 км) [6, 13]. При создании и эксплуатации ЛА учитывают строение и параметры атмосферы: давление, плотность, температуру. В этих слоях происходит уменьшение давления, плотности и температуры среды с увеличением высоты полета.

Геосреда.

Геосреда гораздо более многообразна и многогранна в своих свойствах и проявлениях по сравнению с воздушной средой.

Показатели физических и механических свойств скальных и нескальных грунтов (горных пород), а их только по наименованию больше 20 [13], между собой довольно значительно разнятся.

При создании перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике представляется необходимым в полной мере учесть опыт и достоинства сквозного технологического уклада созданного в авиастроении.

Цели Концепции.

Стратегические цели:

- Создание перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотех-

¹ **Парадигма** [11] (от греч. *παράδειγμα*, «пример, модель, образец») — совокупность фундаментальных научных установок, представлений и терминов, принимаемая и разделяемая научным сообществом и объединяющая большинство его членов. Обеспечивает преемственность развития науки и научного творчества.



Рис.5. Структура перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике

нике, обеспечивающего сокращение периода времени от формирования замысла, разработки, изготовления новых ПА, доводки изделий и их систем до внедрения в промышленное и гражданское строительство, подразделения МЧС, МО.

– Создание новой высокотехнологичной и наукоемкой отрасли машиностроения – геоходостроения [14, 15].

– Формирование нового сегмента рынка горного машиностроения и его захват.

Промежуточные (тактические) цели:

– Создание опытных моделей новых видов продукции: геоходов, подземных роботов, конструкций горных выработок и крепи [16].

– Создание и производство опытных партий новых видов продукции (геоходов различных типоразмеров и функционального назначения, ресурсосберегающих конструкций крепи горных выработок) [17-19].

– Создание новых геотехнологий формирования и освоения подземного пространства, развития подземной транспортной инфраструктуры [20, 21].

– Создание высокоэффективной и конкурентоспособной горнопроходческой техники нового поколения.

– Формирование системообразующей инфраструктуры для ускорения процесса создания и реализации в регионе и России в целом научнотехнической продукции, доведения ее до промышленного применения.

– Создание производств по выпуску нового вида горного оборудования, крепи горных выработок и обделок подземных сооружений.

– Создание новых рабочих мест в депрессивных районах.

Способ достижения цели.

– Консолидация усилий государства, инвесторов, научных, проектных, производственных и учебных организаций.

– Концентрация усилий на выбранном стратегическом и базовом направлениях деятельности.

– Создание конкуренции в выбранных сферах деятельности.

Концепция предполагает использование программного подхода при решении проблемы формирования нового сквозного технологического уклада.

На рисунке 5 условно показана структура перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике.

Ключевыми элементами (структурами) технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства являются:

– **Геодинамика подземных аппаратов.** Фундаментальная наука, занимающаяся изучением сил возникающих на поверхности твердого тела движущегося в твердой среде.

Основной задачей геодинамики ПА является выбор рациональной формы ПА с целью получения заданных технических характеристик, а также определения геодинамических нагрузок и тепловых потоков, действующих на поверхность ПА, для прочностных расчетов.

– Геоходостроение.

1) Научная дисциплина, связанная с проектированием и конструированием геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов [22, 23].

2) Отрасль промышленности, занимающаяся производством геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов [24].

Геоходостроение наряду с другими отраслями промышленности должно стать инициатором проведения новой индустриализации страны, а также стать одним из основных потребителей продукции, создаваемых в рамках реализации Концепции компонентного машиностроения.

– **Центр(ы) испытаний подземной техники.** Появление новых профессий: горняк - испытатель, инженер - испытатель горной техники, методов и методик.

1) Проведение полномасштабных наземных и подземных испытаний ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов и их систем.

2) Участие в доведении и модернизации ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов на всех этапах их жизненного цикла.

3) Внедрение прошедших испытание ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов и их систем в промыш-

Таблица 3 - Краткая характеристика продукции (стратегическое направление)

Основная продукция	1. Подземные аппараты, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземные роботы различных типоразмеров и назначения. 2. Обделка подземных сооружений различных типоразмеров. 3. Мобильные комплексы специального назначения.
Вид продукции	1. Новый вид горнопроходческой техники (заключения экспертов). 2. Новый вид крепи горных выработок и обделок подземных сооружений.
Аналог продукции	Не имеет аналогов
Область применения	1. Проходка горных выработок различного расположения в пространстве. 2. Возведение подземных сооружений различного назначения: – городские коллекторы; – магистральные тоннели метро; – подземные склады, хранилища; – подземные переходы, гаражи; 3. Возведение фортификационных сооружений. 4. Ведение аварийно-спасательных работ в завалах.
Рынок сбыта	1. Предприятия городского и коммунального строительства. 2. Предприятия транспортного строительства. 3. Метростроительные организации, тоннельные отряды. 4. Подразделения МО, МЧС, ВГСЧ и др. 5. Подземные угледобывающие предприятия.

ленное и гражданское строительство, подразделения МЧС, МО.

– **Проектно-технологический инструментарий.**

1) Проектирование подземных сооружений различного назначения и др.

2) Навигационное обеспечение и др.

3) Подготовка кадров.

4) Создание и совершенствование нормативно-законодательной базы.

5) Обеспечение безопасности работ и эксплуатации геотехники.

В совокупности элементы (структуры) перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства образуют некий объем знаний – Парадигму знаний технологического уклада. На рисунке 5 парадигма условно представлена в виде объема тетраэдра.

Основные направления деятельности.

– Разработка научных основ проектирования геогодов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов многоцелевого назначения и их систем.

– Разработка научных основ геодинамики подземных аппаратов.

– Разработка конструкций геогодов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов, их элементов и систем (геоходостроение).

– Изготовление опытных моделей геогодов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов различного назначения.

– Проведение испытаний опытных моделей геогодов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов.

– Разработка на базе геогодов мобильных комплексов специального назначения.

– Обоснование принципов и создание новых геотехнологий проведения и крепления подземных выработок.

– Разработка технических решений и методик расчета крепи горных выработок и обделок подземных сооружений различного назначения.

– Разработка опытных моделей крепи горных выработок и подземных сооружений различного назначения.

– Изготовление опытных моделей крепи.

– Проведение испытаний опытных моделей крепи.

– Создание, техническое и научно-методическое оснащение научно-исследовательского центра подземных испытаний.

– Создание систем сбора и обработки данных для анализа уникальных объектов.

– Подготовка специалистов для проектирования, изготовления, испытания и эксплуатации геогодов

– Создание научно-технической продукции, программных продуктов.

– Проектирование подземных сооружений, объектов подземной транспортной инфраструктуры.

– Формирование системообразующей научной и проектной инфраструктуры, создание производств по выпуску нового вида горного оборудования, крепи и обделок подземных выработок.

Социально-экономические результаты

Реализация концепции и создание перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строи-

тельной геотехнологии и геотехнике позволит:

- снизить затраты на строительство подземных объектов различного назначения (транспортные тоннели, метро, шахты, заводы, городское коллекторное хозяйство, объекты атомной энергетики, склады и др.);
- повысить обороноспособность страны;
- создать горноспасательную технику для ведения аварийно-спасательных работ в завалах;
- создать высокоэффективную и конкуренто-

способную горнопроходческую технику и технологию нового поколения;

- экспортировать машиностроительное оборудование и технологию;
- создать новые рабочие места в депрессивных районах;
- развить новые сферы НИОКР;
- создать промышленные предприятия по изготовлению и продвижению на рынок новой конкурентоспособной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов В. В., Хорешок А.А., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Бегляков В.Ю., Вальтер А.В. Создание нового инструментария для формирования подземного пространства //Горная техника. – 2015. – №. 1. – С. 24-26.
2. Аксенов В. В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – №. 01.
3. <http://pro-kompas.info/strategy/>
4. Петров К. П. Аэродинамика тел простейших форм. – М. : Факториал, 1998.
5. Мхитарян А. М. Аэродинамика //М.: Машиностроение. – 1976. – С. 217-232.
6. Пышинов В. Аэродинамика самолета. – Рипол Классик, 2013.
7. Кривов Г. А. и др. Гражданское самолетостроение в начале XXI столетия //Деятельность ведущих мировых производителей. – 2008.
8. Яковлев А. С. Самолетостроение//Развитие авиационной науки и техники в СССР. – 1980.
9. Васильченко К. К., Леонов В. А., Пашковский И. М. Летные испытания самолетов. – М. : Машиностроение, 1996.
10. Акимов А. И., Берестов Л. М., Михеев Р. А. Летные испытания вертолетов //М.: Машиностроение. – 1980.
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Парадигма>
12. https://ru.wikipedia.org/wiki/Структура_Земли
13. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. – Наука, 1964.
14. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Вальтер А.В., Ефременков А.Б., Казанцев А.А. Опыт участия юргинского технологического института (филиала) н тпу в проекте по организации высокотехнологичного производства (ппрф №218) // Технологии и материалы. 2016. № 2. С. 10-17.
15. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Вальтер А.В., Ефременков А.Б. Опыт участия в проекте по организации высокотехнологичного производства // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 8-15.
16. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В. Геоход: задачи, характеристики, перспективы // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 3-8.
17. Аксенов В.В., Казанцев А.А. Армирующая законтурная крепь горных выработок - новый подход к строительству подземных сооружений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № S6. С. 411-418.
18. Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Обоснование необходимости создания систем крепи горных выработок при проходке по геовинчестерной технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 138-143.
19. Аксенов В.В., Казанцев А.А., Дортман А.А. Обоснование необходимости создания профиля для винтовой рамной крепи в геовинчестерной технологии // Горный инженер. 2013. № 1. С. 280-287.
20. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтоповоротных агрегатов // автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Институт угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук. Кемерово, 2004
21. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геоходы - инновационный подход к освоению подземного пространства // Эксперт-Техника. 2008. № 1. С. 54-58.

22. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Казанцев А.А., Костинiec И.К. Разработка законтурной опорно-двигательной системы геогодов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 6 (124). С. 175-181.

23. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Костинiec И.К., Хорешок А.А. Определение сил взаимодействия основных систем геогода с геосредой и между собой // Горные науки и технологии. 2017. № 4. С. 23-28.

24. Аксенов В.В., Вальтер А.В. Специфика геогодов как объектов производства и проблемы создания технологий их изготовления // Горный инженер. 2013. № 1. С. 222-233.

REFERENCES

1. Aksenov V. V., Horeshek A.A., Efremkov A.B., Kazancev A.A., Beglyakov V.YU., Val'ter A.V. Sozdanie novogo instrumentariya dlya formirovaniya podzemnogo prostranstva //Gornaya tekhnika. – 2015. – №. 1. – S. 24-26.

2. Aksenov V. V., Efremkov A.B., Sadovec V.YU., Rezanova E.V. Sozdanie innovacionnogo instrumentariya dlya formirovaniya podzemnogo prostranstva //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2010. – №. 01.

3. <http://pro-kompas.info/strategy/>

4. Petrov K. P. Aehrodinamika tel prostejshih form. – M. : Faktorial, 1998.

5. Mhitaryan A. M. Aehrodinamika //M.: Mashinostroenie. – 1976. – S. 217-232.

6. Pyshnov V. Aehrodinamika samoleta. – Ripol Klassik, 2013.

7. Krivov G. A. i dr. Grazhdanskoe samoletostroenie v nachale HKHI stoletiya //Deyatel'nost' vedushchih mirovyh proizvoditelej. – 2008.

8. YAkovlev A. S. Samoletostroenie//Razvitie aviacionnoj nauki i tekhniki v SSSR. – 1980.

9. Vasil'chenko K. K., Leonov V. A., Pashkovskij I. M. Letnye ispytaniya sa-moletov. – M. : Mashinostroenie, 1996.

10. Akimov A. I., Berestov L. M., Miheev R. A. Letnye ispytaniya vertoletov //M.: Mashinostroenie. – 1980.

11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Paradigma>

12. https://ru.wikipedia.org/wiki/Struktura_Zemli

13. Rzhevskij V. V., Novik G. YA. Osnovy fiziki gornyh porod. – Nauka, 1964.

14. Aksenov V.V., Beglyakov V.YU., Val'ter A.V., Efremkov A.B., Kazancev A.A. Opyt uchastiya yurginskogo tekhnologicheskogo instituta (filiala) ni tpu v pro-ekte po organizacii vysokotekhnologichnogo proizvodstva (pprf №218) // Tekhnologii i materialy. 2016. № 2. S. 10-17.

15. Aksenov V.V., Beglyakov V.YU., Kazancev A.A., Val'ter A.V., Efremkov A.B. Opyt uchastiya v proekte po organizacii vysokotekhnologichnogo proizvodstva // Gornoe oborudovanie i ehlektromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 8-15.

16. Aksenov V.V., Beglyakov V.YU., Blashchuk M.YU., Efremkov A.B., Kazancev A.A., Horeshek A.A., Val'ter A.V. Geohod: zadachi, harakteristiki, perspektivy // Gornoe oborudovanie i ehlektromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 3-8.

17. Aksenov V.V., Kazancev A.A. Armiruyushchaya zakonturnaya krep' gornyh vy-rabotok - novyj podhod k stroitel'stvu podzemnyh sooruzhenij // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). 2013. № S6. S. 411-418.

18. Aksenov V.V., Kazancev A.A., Dortman A.A. Obosnovanie neobhodimosti sozdaniya sistem krep' gornyh vyrabotok pri prohodke po geovinchesternoj tekhnologii // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). 2012. № S3. S. 138-143.

19. Aksenov V.V., Kazancev A.A., Dortman A.A. Obosnovanie neobhodimosti sozdaniya profilya dlya vintovoj ramnoj krep' v geovinchesternoj tekhnologii // Gor-nyj inzhener. 2013. № 1. S. 280-287.

20. Aksenov V.V. Nauchnye osnovy geovinchesternoj tekhnologii provedeniya gornyh vyrabotok i sozdaniya vintopovorotnyh agregatov // avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / Institut uglya i uglekhimii Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk. Kemerovo, 2004

21. Aksenov V.V., Efremkov A.B. Geovinchesternaya tekhnologiya i geohody - innovacionnyj podhod k osvoeniyu podzemnogo prostranstva // EHkspert-Tekhnika. 2008. № 1. S. 54-58.

22. Beglyakov V.YU., Aksenov V.V., Kazancev A.A., Kostinec I.K. Razrabotka za-konturnoj oporno-dvizhitel'noj sistemy geohodov // Vestnik Kuzbasskogo gosudar-stvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2017. № 6 (124). S. 175-181.

23. Beglyakov V.YU., Aksenov V.V., Kostinec I.K., Horeshok A.A. Opredelenie sil vzaimodejstviya osnovnyh sistem geohoda s geosredoj i mezhdru soboj // Gornye nauki i tekhnologii. 2017. № 4. S. 23-28.

24. Aksenov V.V., Val'ter A.V. Specifika geohodov kak ob"ektov proizvod-stva i problemy sozdaniya tekhnologij ih izgotovleniya // Gornyj inzhener. 2013. № 1. S. 222-233.

Поступило в редакцию 25.10.2018

Received 25 October 2018