

**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<sup>1,2</sup>,**  
доктор техн. наук, e-mail: 55vva42@mail.ru

**Vladimir V. Aksenov<sup>1,2</sup>, Dr.Sc,**

**Хорешок Алексей Алексеевич<sup>3</sup>,**

доктор техн. наук, профессор

**Alexei A. Khoreshok, Dr.Sc, Professor**

**Бегляков Вячеслав Юрьевич<sup>4</sup>,**

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

**Vyacheslav Yu. Beglyakov, Ph.D, Associate Professor**

<sup>1</sup>Научноисследовательский центр ООО “Сибирское НПО” Россия, 650002, Кемерово, пр. Советский, 56

<sup>1</sup>Scientific and research centre LLC "Siberian Research and Production Association", 650002, <sup>1</sup> Sovetsky Av., Kemerovo, Russia

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

<sup>2</sup>Federal Research Center of Coal and Coal chemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 10, Leningradsky Ave., Kemerovo, 650065, Russian Federation

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

<sup>3</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 650000, 28 Vesennaya St., Kemerovo, Russia

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

<sup>4</sup>Yurga 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, геоход, проходка, выработка, геосреда, движитель.

**Abstract:** The article presents some reasons for the lag of technical level in mining engineering from advanced 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 экспансивному 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 обще-мировой 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 сравнялся

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

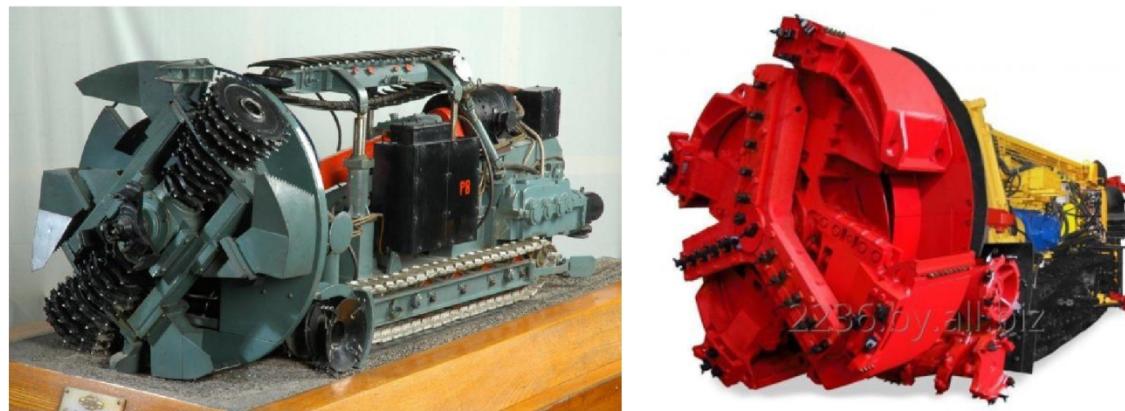


Рис. 2. Развитие проходческих машин: ПКГ-3 1956 г. слева, КРП-3-660/1140 2000 г. справа

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

Среда	Аппарат в среде	Движитель	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 Изучение сил, возникающих на поверхности тверд. тела, движущегося в воздушной среде	Центр летных испытаний
Гидро	подводная лодка, корабль и др.	Гребной винт (взаимодействие со средой)	Кораблестроение	Гидродинамика подводных аппаратов Изучение сил, возникающих на поверхности тверд. тела, движущегося в жидкой среде	Центр подводных испытаний

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

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

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 разvalа 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 (структурными) технологического уклада в авиастроении являются:

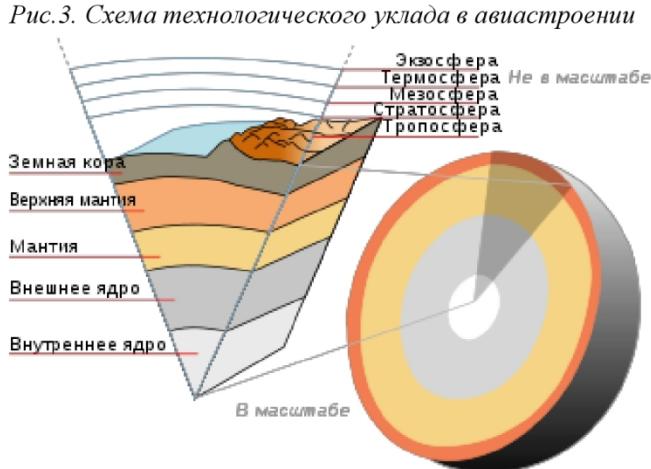
– **Аэrodинамика летательных аппаратов** [4, 5]. Фундаментальная наука, занимающаяся изучением сил возникающих на поверхности твердого тела движущегося в воздушной среде.

Основной задачей аэrodинамики [5, 6] является выбор рациональной формы летательных аппаратов (ЛА) с целью получения заданных летно-технических характеристик, а также определения аэrodинамических 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.



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) Навигационной 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 – парадигму<sup>1</sup> 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-

<sup>1</sup> 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 научноемкой 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 научно-технической 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 (структурными) 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 горнодобывающей 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 геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов многоцелевого назначения и их систем.
- Разработка научных основ геодинамики подземных аппаратов.
- Разработка конструкций геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов, их элементов и систем (геоходостроение).
- Изготовление опытных моделей геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов различного назначения.
- Проведение испытаний опытных моделей геоходов, ПА, движущихся в геосреде с использованием самой среды, подземных роботов.

– Разработка на базе геоходов 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 геоходов

– Создание научно-технической продукции, программных продуктов.

– Проектирование подземных сооружений, объектов подземной транспортной инфраструктуры.

– Формирование системыобразующей 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;

- экспортовать 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. Пышнов 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](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) ни 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 винтоворотных 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., Костинец И.К. Разработка законтурной опорно-движительной системы геоходов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 6 (124). С. 175-181.

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

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

## REFERENCES

1. Aksenov V. V., Horeshok A.A., Efremenkov 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., Efremenkov 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](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., Efremenkov A.B., Kazancev A.A. Opty 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., Efremenkov A.B. Opty uchastiya v proekte po organizacii vysokotekhnologichnogo proizvodstva // Gornoje oborudovanie i ehlekromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 8-15.
16. Aksenov V.V., Beglyakov V.YU., Blashchuk M.YU., Efremenkov A.B., Kazancev A.A., Horeshok A.A., Val'ter A.V. Geohod: zadachi, harakteristiki, perspektivy // Gornoje oborudovanie i ehlekromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 3-8.
17. Aksenov V.V., Kazancev A.A. Armiruyushchaya zakonturnaya krep' gornyh vy-rabotok - novyj podhod k stroitel'stu podzemnyh sooruzhenij // Gornij informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). 2013. № S6. S. 411-418.
18. Aksenov V.V., Kazancev A.A., Dortman A.A. Obosnovanie neobhodimosti sozdaniya sistem krepi gornyh vyrabotok pri prohodke po geoinchesternoj tekhnologii // Gornij informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). 2012. № S3. S. 138-143.
19. Aksenov V.V., Kazancev A.A., Dortman A.A. Obosnovanie neobhodimosti sozdaniya profilya dlya vintovojo ramnoj krepi v geoinchesternoj tekhnologii // Gor-nyj inzhener. 2013. № 1. S. 280-287.
20. Aksenov V.V. Nauchnye osnovy geoinchesternoj 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., Efremenkov A.B. Geoinchesternaya 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 mezhdu soboj // Gornye nauki i tekhnologii. 2017. № 4. S. 23-28.

24. Aksenov V.V., Val'ter A.V. Specifika geohodov kak ob"ektor 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