

DOI: 10.26730/1999-4125-2020-2-31-41

УДК 622.23.05

**ГЕОДИНАМИКА ПОДЗЕМНЫХ АППАРАТОВ.  
ФОРМУЛА СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**GEODYNAMICS OF UNDERGROUND APPARATUSES.  
THE FORMULA IS A SPECIALTY, RESEARCH**

**Аксенов Владимир Валерьевич<sup>1,2</sup>,**

доктор техн. наук, e-mail: 55vva42@mail.ru

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

**Магазов Сергей Вильевич<sup>1</sup>, e-mail: s.mag@mail.ru**

**Sergey V. Magazov<sup>1</sup>**

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

доктор техн. наук, профессор

**Alexei A. Khoreshok<sup>3</sup>, Dr. Sc. In Engineering, Professor**

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

канд. техн. наук, доцент, e-mail: begljakov@rambler.ru

**Vyacheslav Yu. Beglyakov<sup>4</sup>, C. Sc. in Engineering, Associate Professor**

**Садовец Владимир Юрьевич<sup>3</sup>,**

канд. техн. наук, доцент, e-mail: vsadovec@yandex.ru

**Vladimir Yu. Sadovets<sup>3</sup>, C. Sc. in Engineering, Associate Professor**

**Пашков Дмитрий Алексеевич<sup>2</sup>,**

аспирант, e-mail: pashkov.d.a@inbox.ru

**Dmitry A. Pashkov<sup>2</sup>, postgraduate**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский центр ООО "Сибирское НПО" Россия, 650099, Кемерово, пр. Советский, 56

<sup>1</sup>Scientific and research centre LLC "Siberian Research and Production Association", 650099, Sovetsky Av. 56, 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 Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

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

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

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

**Аннотация:**

*На всех этапах создания экспериментальных и опытных образцов нового класса подземных аппаратов «Геоход» разработчики столкнулись с проблемами. Так на этапе проектирования – отсутствие методик определения параметров основных элементов и систем подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой при его движении. На этапе производства столкнулись с проблемой отсутствия методологии обеспечения точности и технологичности специфических систем подземных аппаратов. Так же проблема научно-методического «дефицита» присутствовала и на этапе испытаний. Разработка систем нового класса подземных аппаратов сдерживается отсутствием специального научного и методологического обеспечения. При создании нового класса подземных аппаратов,*

движущихся в недрах Земли с использованием геосреды остро возникла необходимость изучения воздействия геосреды на тела, двигающиеся в геосреде. В то время как в авиастроении существует фундаментальная наука, занимающаяся изучением сил, возникающих на поверхности твердого тела, движущегося в воздушной среде – Аэродинамика летательных аппаратов. Таким образом, по аналогии с авиастроением, изучения воздействия геосреды на тела, двигающиеся в геосреде, должны быть возложены на новое научное направление и научную специальность «Геодинамика подземных аппаратов». В статье предлагается проект паспорта специальности и области исследований нового направления «Геодинамика подземных аппаратов». Это научное направление является одним из базовых элементов формирующегося перспективного технологического уклада освоения подземного пространства, основанного на новых подходах в строительной геотехнологии и геотехнике.

**Ключевые слова:** геодинамика подземных аппаратов, геосреда, геотехника, геоходостроение, промышленный уклад.

**Abstract:**

*At all stages of creating experimental and prototype models of a new class of underground vehicles "Geokhod" developers faced problems. So at the design stage – the lack of methods for determining the parameters of the main elements and systems of underground vehicles interacting with the geo-environment during its movement. At the production stage, we faced the problem of the lack of methodology for ensuring the accuracy and manufacturability of specific systems of underground apparatuses. The problem of scientific and methodological "deficit" was also present at the testing stage. The development of systems of a new class of underground vehicles is hampered by the absence of special scientific and methodological support. When creating a new class of underground vehicles moving in the bowels of the Earth using the geo-environment, there was an urgent need to study the impact of the geo-environment on bodies moving in the geo-environment. While in the aircraft industry, there is a fundamental science that studies the forces arising on the surface of a solid body moving in the air - the Aerodynamics of aircraft. Thus, by analogy with the aircraft industry, the study of the impact of the geo-environment on bodies moving in the geo-environment should be assigned to a new scientific direction and scientific specialty "Geodynamics of underground apparatuses". The article offers a draft passport of the specialty and field of research. The article proposes a draft passport of specialty and field of research of the new direction "Geodynamics of underground devices." This scientific direction is one of the basic elements of the emerging promising technological way of development of underground space, based on new approaches in construction geotech and geotechnics.*

**Key words:** Geodynamics of underground apparatuses, Geomedium, Geotechnics, Geokhod engineering, Industrial way.

Для разработки и реализации новых подходов и проектов в любых отраслях машиностроения сформирована и реализуется Концепция создания перспективного промышленного уклада на базе опережающего развития ключевых машиностроительных компонент. В разработке положений этой концепции приняло активное участие ООО «Сибирское НПО», одним из которых является тезис [1]:

**«Войти в сформированный глобальными корпорациями промышленный уклад со стандартной продукцией сложно, но можно поставить цель этот уклад в максимальной степени заменить. Если предложить более экономичные технологии, то можно значительно расширить свое участие в международном разделении труда, а также обеспечить себе приоритет в создании более совершенных механизмов и машин».**

Одним из направлений разработок коллектива ученых Научно-исследовательского центра ООО «Сибирское НПО», является создание нового класса проходческих подземных аппаратов (ПА) – геоходов, перемещающихся в недрах Земли с

использованием приконтурного массива горных пород (геосреды) [2-5]. Представитель нового класса «геоход» представлен на рисунке 1. При разработке ПА, авторы основываются на новом подходе к проходке выработок и рассматривают его как процесс движения твердого тела (подземного аппарата) в твердой среде (геосреде) [4-6].

**Отличительные особенности ПА класса «геоход» [7-10]:**

– Принцип работы основан на использовании законтурного массива горных пород для формирования тягового и напорного усилий (использование геосреды).

– Наличие внешней (законтурной) опорно-двигательной системы, включающей новые функционально-конструктивные элементы, взаимодействующие с геосредой.

– Общая функционально-компоновочная схема.

– Качественно новые функциональные возможности: горизонтальное и вертикальное маневрирование, универсальность по углам наклона выработки в широком диапазоне.

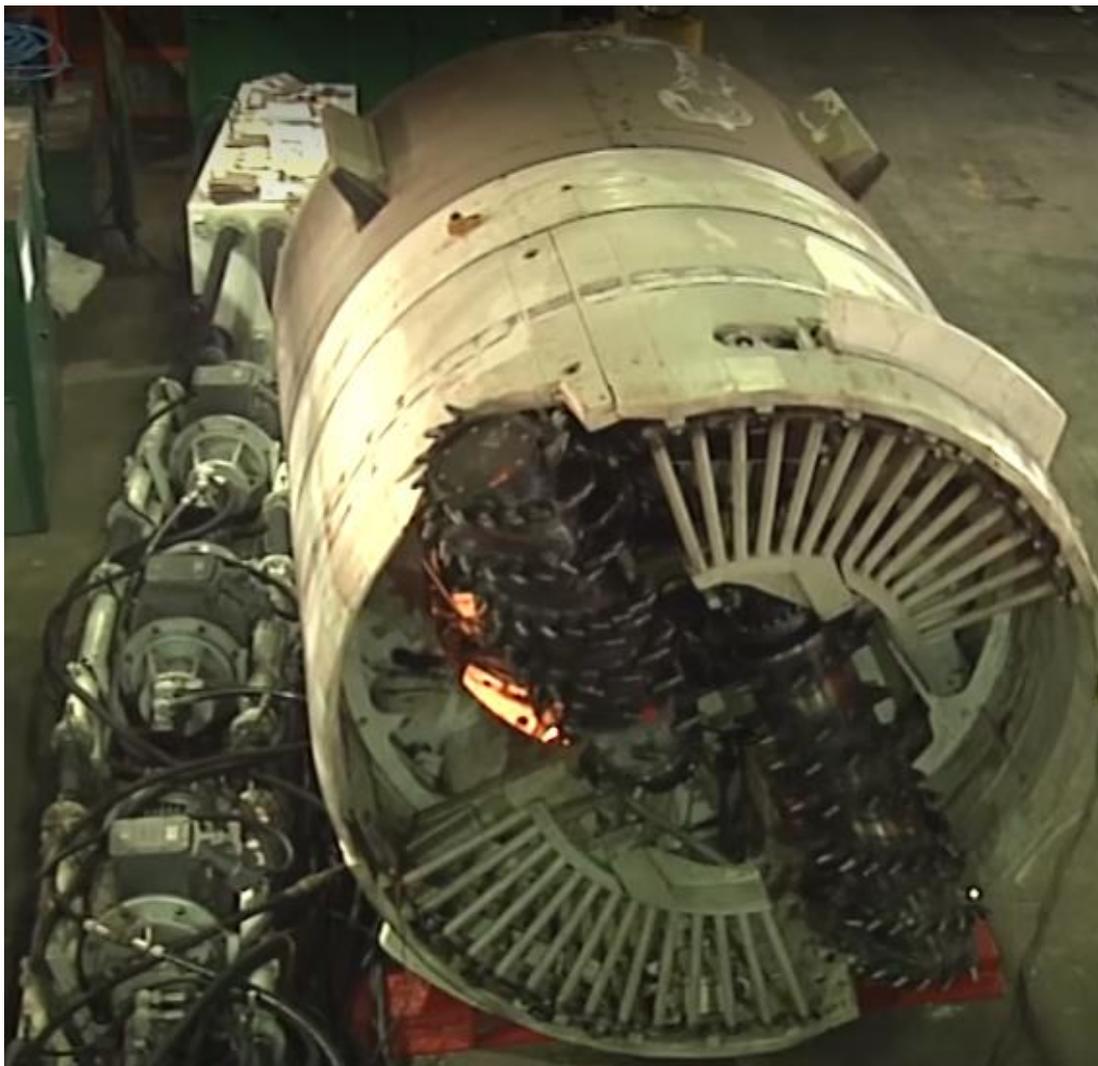


Рис. 1. Опытный образец ПА модели «401» диаметром 3,2 м  
Fig. 2. Prototype PA model "401" with a diameter of 3.2 m

**Приконтурный массив (геосреда)** при этом является кинематическим звеном, находится в зацеплении с ходовой системой ПА и используется [4, 7-10]:

- как опорный элемент, участвующий в создании тягового усилия ПА и формирования напорного усилия на исполнительном органе;
- для восприятия реактивных усилий при движении проходческого агрегата (подземного аппарата);
- для выполнения основных технологических операций, включая и крепление выработки постоянной крепью.

**Использование геосреды позволяет:**

- Исключить вес машины из процесса формирования тягового и напорного усилий.
- Осуществлять движение ПА в любом направлении недр Земли.
- Создавать на исполнительном органе разрушения забоя ПА достаточные напорные усилия без искусственного наращивания веса ПА.

**На этапе проектирования**

экспериментальных и опытных образцов нового класса ПА «Геоход» [2,3], разработчики столкнулись с проблемой отсутствия методологии (методик) определения параметров элементов и систем ПА, находящихся в взаимодействии с геосредой при его перемещении. Основными такими системами являются: исполнительные органы (ИО) главного забоя [9-11]; корпус ПА [11]; внешний движитель, элементы противовращения и их ИО (законтурные элементы) [8,12-18] и др. На этом этапе разработки есть возможность модернизации существующих методик расчета представленных в методические указания, учебниках и образовательных дисциплинах по горным машинам, под требования нового класса ПА «Геоход».

Проблема отсутствия методологии обеспечения точности изготовления и технологичности оригинальных элементов и устройств ПА возникла **на этапе производства** нового класса ПА «Геоход» [19-23]. На этом этапе разработки экспериментальных и опытных

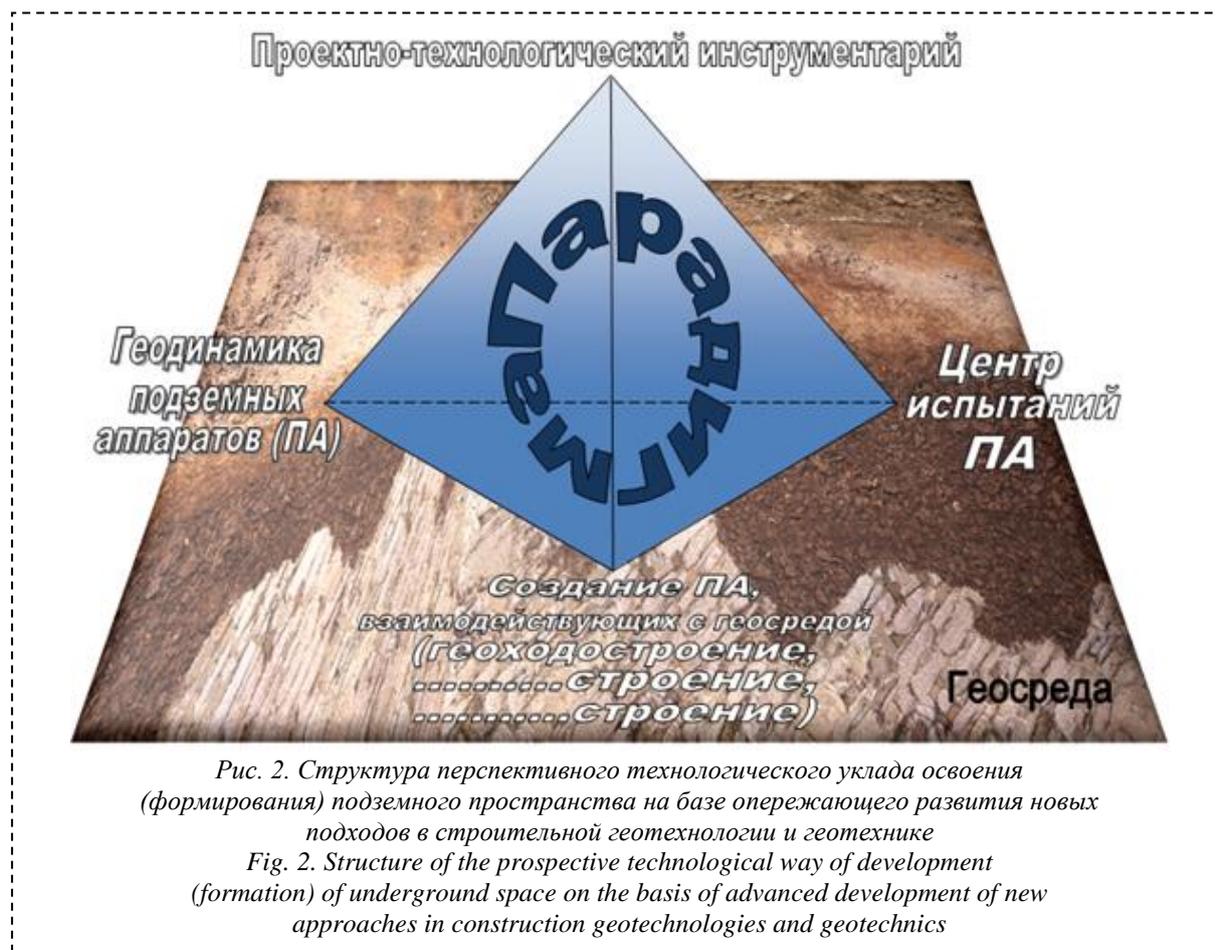


Рис. 2. Структура перспективного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике

Fig. 2. Structure of the prospective technological way of development (formation) of underground space on the basis of advanced development of new approaches in construction geotechnologies and geotechnics

образцов производство базируется исключительно на общих принципах и подходах технологии машиностроения.

Кроме этого на этапе испытания особенно остро встала проблема отсутствия научно-методологического обеспечения проведения испытаний новой техники [24, 25]. В данном случае разработчики основываются на опыте эксплуатации горных машин и стендовых испытаниях отдельных элементов.

Обозначенные проблемы, возникающие при создании нового класса ПА «Геоходы», создают острую необходимость разработки и обоснования специального научного и методологического обеспечения [9, 21, 24-27].

В тоже время в авиастроении при разработке экспериментальных и опытных образцов летательных аппаратов (ЛА) существуют научные и инженерные школы и специальности, «заточенные» на каждый из этапов создания нового ЛА. Для сопровождения процесса создания новой техники на каждом из этапов работают НИИ и проектные институты, полигоны для испытания, существует профессия «летчик-испытатель», полномасштабные лабораторные установки (аэродинамические трубы и т.п.).

Для формирования нового научного уклада в работах [28-31] была разработана и представлена

концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Структура, предложенного технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства, представлена на рисунке 2.

Расположенные на вершинах тетраэдра ключевые структурные элементы технологического уклада имеют свое специальное назначение, они тесно связаны между собой и образуют технико-экономическую парадигму [32]. **Геодинамика ПА** – является одним из основных структурных элементов технологического уклада освоения (формирования) подземного пространства. При разработке положений нового технологического уклада в полной мере были учтены опыт и преимущества сквозного технологического уклада, созданного в авиастроении [29,31].

Одним из ключевых структурных элементов технологического уклада в авиастроении является фундаментальная наука, занимающаяся изучением сил возникающих на поверхности твердого тела движущегося в воздушной среде – **Аэродинамика летательных аппаратов (ЛА)** [33-38].

Именно такую же роль фундаментальной

Таблица. Термины

Table. Terms

Термин	Определение	Примечание
<b>Аэродинамика</b> (от др.-греч. ἀήρ – воздух и δύναμις – сила)	– Наука, изучающая движение воздушных масс и их <i>воздействие на тела, находящиеся в потоке</i> . – Наука о движении воздуха и его <i>воздействии на обтекаемые им тела</i> [38].	Начала зарождаться в связи с первыми попытками создания летательных аппаратов. Аэродинамика является теоретической основой авиационной и ракетно-космической техники [37]. Основной задачей аэродинамики [33] 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.
<b>Гидродинамика</b> (от др.-греч. ὕδωρ «вода» + динамика)	– Раздел физики сплошных сред, изучающий движение идеальных и реальных жидкостей и газа и их <i>силовое взаимодействие с твердыми телами</i> . – Наука о движении жидкостей под воздействием внешних сил и о механическом <i>взаимодействии между жидкостью и соприкасающимися с нею телами при относительном движении</i> ; является частью гидромеханики. – Раздел гидромеханики, в котором изучается движение несжимаемых жидкостей и их <i>взаимодействие с твердыми телами</i> или поверхностями раздела с другими жидкостями (газом).	Как наука начала зарождаться в XVI-XVII веках с экспериментальных исследований сопротивления подвижной среды движению твердого тела (Леонардо да Винчи, Галилео Галилей, Э. Торичелли, И. Ньютон и др.). В XVIII-XIX обрела аналитические, эмпирические и методологические основы. При участии самых ярких исследователей того времени (Л. Эйлер, Ж.Л. Даламбер, Иоанн, Якоб и Даниил Бернулли, О. Рейнольдс и др.). Легла в основу Аэродинамики [33, 34]. Основной задачей гидродинамики является выбор рациональных геометрических параметров гидроаппаратов с целью получения заданных характеристик [39-41].
<b>Геодинамика</b>	– Раздел геологии, изучающий природу глубинных сил и процессов, возникающих в результате планетарной эволюции Земли, и обуславливающих движение вещества внутри планеты. – Наука о глубинных силах и процессах, возникающих в результате эволюции Земли как планеты и определяющих движение масс вещества и энергии внутри Земли и в ее внешних твердых оболочках. Объекты исследования геодинамики недоступны непосредственному изучению и о них удается судить по косвенным признакам, теоретическим построениям и результатам их проявления на поверхности Земли.	Геодинамика, как наука начала обособливаться от др. наук о Земле в 1950-е гг. Объекты исследования геодинамики недоступны непосредственному изучению и о них удается судить по косвенным признакам, теоретическим построениям и результатам их проявления на поверхности Земли [42].

науки в новом технологическом укладе освоения (формирования) подземного пространства должно выполнять новое научное направление «Геодинамика ПА». Но, в настоящее время науки с таким названием нет!

Для формулирования определения нового термина обратимся к сложившейся терминологии в авиастроении и судостроении. Для удобства представим существующие формулировки вариантов терминов в привязке к среде в виде

таблицы.

Из приведенных определений становится понятно, что применительно к воздушной и водной среде соответствующие науки (аэродинамика и гидродинамика) изучают не только движение самой среды, но и **ее воздействие на тела, находящиеся в рассматриваемой среде**.

Что касается термина геодинамика, то такого научного направления – **изучение воздействия геосреды на тела, находящиеся (двигающиеся) в**

**геосреде на сегодняшний момент не существует.**

Такое положение является следствием того, что в подземных условиях для перемещения проходческого аппарата использовались и используются внешние движители (гусеничные, колесные, колесно-рельсовые или распорно-шагающие), хорошо показавшие себя при работе на земной поверхности, а для создания силы тяги ПА и напорного усилия на исполнительном органе никоим образом не задействована окружающая геосреда, а только твердая поверхность выработки на контакте гео и воздушной сред, или при щитовом способе проходки - мощная постоянная крепь. Для такого класса горнопроходческих машин было создано соответствующее научно-методологическое обеспечение, но которое не может обеспечить проектирование новых ПА.

При создании нового класса ПА, движущихся в недрах Земли с использованием геосреды [7-18] остро **возникла необходимость изучения воздействия геосреды на тела, находящиеся (двигающиеся) в геосреде.**

Решение этой задачи по аналогии, например, с авиастроением должно быть возложено на «**Геодинамику ПА**».

На начальном этапе для предварительного формулирования паспорта специальности «Геодинамика подземных аппаратов» за аналог принят паспорт специальности 05.07.01 «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

**Авторами статьи предлагаются следующее:**

**Формула специальности научной специальности «Геодинамика ПА»:**

**Геодинамика и процессы теплообмена подземных аппаратов (ПА)** – область науки, изучающая законы взаимодействия ПА и их частей с различными геосредами, включающая разработку теоретических и экспериментальных методов исследования стационарных, нестационарных силовых и тепловых воздействий этих сред на ПА.

**Области исследований научной специальности «Геодинамика ПА»:**

– Геосреда, геодинамические параметры. Формулировки (термины), параметры, систематизация.

– Теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия ПА и их элементов с различными геосредами.

– Расчетные и экспериментальные исследования геодинамических параметров (характеристик) ПА и их элементов.

– Разработка методов определения геодинамических параметров, включая алгоритмы и программное обеспечение САПР ПА.

– Исследования влияния различных геосред на геодинамические характеристики ПА.

– Геодинамический расчет органов управления движения ПА.

– Геодинамические характеристики ПА и нагрев поверхностей в условиях взаимодействия с геосредой.

– Исследования воздействия ПА на окружающую геосреду (деформации, перемещения).

– Разработка средств и методов экспериментальных геодинамических и тепловых исследований (методики, установки, натурные подземные исследования).

– Экспериментальные и теоретические исследования силового, теплового и физико-химического взаимодействия различных геосред с поверхностями элементов конструкции из различных конструкционных материалов.

Если сравнивать воздушную среду (аэродинамика ПА) и геосреду (геодинамика ПА), то 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 двадцати [43], между собой довольно значительно разнятся.

Применительно к созданию нового класса ПА приоритетными в части решения задач геодинамики ПА являются:

– Разработки геодинамических форм элементов ПА.

– Разработки геодинамических форм опорных элементов геосреды

– Определения геодинамических сопротивлений, силовых, прочностных параметров элементов ПА, взаимодействующих со геосредой.

В направлении разработки геодинамических форм элементов ПА выполнены первые исследования и получены результаты [9-11, 14-18].

Разработка и создание ПА класса «Геоход» позволяет решать задачи, которые возникают при строительстве подземных сооружений различного направления в недрах Земли. Отсутствие научно-методического обеспечения для разработки элементов и систем ПА, взаимодействующих с геосредой, сдерживает создание новых машин. Такой базой должно стать новое научное направление «Геодинамика подземных аппаратов». Получение и систематизация новых знаний в представленных областях исследований является приоритетной задачей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://pro-kompas.info/strategy/>
2. 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. – С. 8-15.
3. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блашук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В. Геоход: задачи, характеристики, перспективы // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 3-8.
4. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В. Поверхность забоя при проходке горной выработки геоходом: монография / В.Ю. Бегляков, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2012. - 139 с.
5. Аксенов В. В., Ефременков А. Б. Геовинчестерная технология и геоходы – инновационный подход к освоению подземного пространства // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2008. № 4. С. 19-28.
6. Бегляков В.Ю. Обоснование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геохода с породой забоя. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет. Юрга, 2012.
7. Аксенов В. В., Садовец В. Ю. Моделирование особенностей движения геохода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2007. – №. 1. С. 20-22.
8. Аксенов В. В., Костинец И. К., Бегляков В. Ю. Особенности работы внешнего движителя геохода // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S6. С. 419-425.
9. Садовец В.Ю. Обоснование конструктивных и силовых параметров ножевых исполнительных органов геоходов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2007.
10. Ананьев К.А. Создание исполнительного органа геохода для разрушения пород средней крепости // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2016.
11. Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Обоснование конструктивных и технических решений геоходов // В сборнике: Инновации в машиностроении Сборник трудов 2-ой Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.Ю. Блюменштейна. 2011. С. 176-183.
12. Нестеров В.И., Ананьев К.А. Определение точки входа резца барабанного исполнительного органа геохода в контакт с породой // Горное оборудование и электромеханика. 2015. № 7 (116). С. 45-48.
13. Нестеров В.И., Ермаков А.Н. Сравнение износа режущего инструмента на законтурных исполнительных органах геоходов // Горное оборудование и электромеханика. 2015. № 7 (116). С. 41-45.
14. Ермаков А.Н. Обоснование параметров законтурных исполнительных органов геоходов для разрушения пород средней крепости // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2016.
15. Ермаков А.Н. Оценка коэффициента вариации крутящего момента на законтурных исполнительных органах геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 25-29.
16. Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Казанцев А.А., Костинец И.К. Разработка законтурной опорно-двигательной системы геоходов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – №. 6 (124). С. 175-181.
17. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Костинец И.К., Коперчук А.В. Классификация геометрических параметров внешнего движителя геохода // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – №. 8. – С. 33-39.
18. Вальтер А.В., Лагунов С.Е. Определение припуска на поверхности вращения сборных корпусных изделий геохода // Актуальные проблемы в машиностроении. 2015. № 2. С. 152-157.
19. Вальтер А.В., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Чазов П.А. Определение погрешности расположения секторов стабилизирующей секции геохода на основе данных координатного контроля // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2015. – №.4(69). – С. 31-42.

20. Вальтер А.В., Нозирзода Ш.С., Ивкин А.Н. Исследование точности изготовления крупногабаритных корпусов вращения опытного образца геохода // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2016. № Т11. С. 2026-2030.
21. Вальтер А.В. Факторы, обуславливающие погрешности поверхностей вращения крупногабаритных корпусов геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 19-25.
22. Walter A.V., Borovikov I.F., Chernukhin R.V., Nozirzoda S.S. Research on geometric errors of intermediate unit shell of a geokhod // В сборнике: URGENT PROBLEMS OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING 2016. С. 12017.
23. Вальтер А.В., Чернухин Р.В., Капустин А.Н. Отклонения формы оболочки стабилизирующей секции геохода // Технологии и материалы. 2016. № 1. С. 4-7.
24. Коперчук А.В., Казанцев А.А., Бегляков В.Ю., Филонов В.В. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода. Технологии и материалы 1 (2015). С. 29-30.
25. Садовец В.Ю., Коперчук А.В. Разработка конструктивных решений устройств для возведения крепи в условиях геоходной технологии // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 1. С. 327-335.
26. Коперчук А.В. Стартовое устройство геохода. Требования к конструкции, результаты испытаний // В сборнике: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ Сборник трудов X Международной научно-практической конференции. 2019. С. 107-110.
27. Коперчук А.В., Казанцев А.А. Обоснование необходимости разработки стартового устройства геохода // В сборнике: Инновационные технологии и экономика в машиностроении Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт; Ответственный редактор: Д.А. Чинахов. 2015. С. 439-440.
28. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Efremkov A.B. The concept of creating perspective technological paradigm of formation (development) of the underground space on the basis of the leading development of new approaches in construction geotechnology and geotechnics. Premises and basic provisions (part 1) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 656. – №. 1. – С. 012004.
29. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Efremkov A.B. The concept of creating perspective technological paradigm of formation (development) of the underground space on the basis of the leading development of new approaches in construction geotechnology and geotechnics. Premises and basic provisions (part 2) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 656. – №. 1. – С. 012005.
30. Аксенов В. В., Хорешок А. А., Бегляков В. Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 1 предпосылки и основные положения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – №. 4 (128). С. 105-114.
31. Аксенов В. В., Хорешок А. А., Бегляков В. Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 2 // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 5 (129). С. 43-52.
32. Львов Д. С., Глазьев С.Ю. "Теоретические и прикладные аспекты управления НТП// Экономика и математические методы. 1986. № 5." (1986): 793.
33. Байдаков, В. Б., Клумов А.С. Аэродинамика и динамика полёта летательных аппаратов. Рипол Классик, 1979.
34. Пышинов В. Аэродинамика самолета. – Рипол Классик, 2013.
35. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. М.: Факториал, 1998.
36. Остославский, И. В. "Аэродинамика самолета." М.: Оборонгиз 1957.
37. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. – URSS, 2010.
38. Седов, Г. А. Лётчику о практической аэродинамике. Рипол Классик, 1961.

39. Лаврентьев, Михаил Алексеевич. Проблемы гидродинамики и их математические модели. Рипол Классик, 1973.
40. Хорешок А.А., Кузнецов В.В., Ананьев К.А., Аксенов В.В., Блащук М.Ю., Бегляков В.Ю. "Гидромеханика." Томск, 2014.
41. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика: учебник для вузов/А.Д. Альтшуль, Л.С. Животовский, Л.П. Иванов. -М.: Стройиздат, 1987. -414 с.
42. Хаин, Виктор Ефимович, and Михаил Григорьевич Ломизе. Геотектоника с основами геодинамики. М.: КДУ, 2005.
43. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. – Наука, 1964.

## REFERENCES

1. <http://pro-kompas.info/strategy/>
2. Akse nov V.V., Beglyakov V.YU., Kazantsev A.A., Val'ter A.V., Yefremenkov A.B. Opyt ucha-stiya v projekte po organizatsii vysokotekhnologichnogo proizvodstva //Gornoye oborudova-niye i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – S. 8-15.
3. Akse nov V.V., Beglyakov V.YU., Blashchuk M.YU., Yefremenkov A.B., Kazantsev A.A., Khoreshok A.A., Val'ter A.V. Geokhod: zadachi, kharakteristiki, perspektivy //Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – S. 3-8.
4. Beglyakov V.YU., Akse nov V.V. Poverkhnost' zaboya pri prokhozke gornoy vyrabotki geokho-dom: monografiya / V.YU. Beglyakov, V.V. Akse nov // Izdatel'stvo: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germa-ny. 2012. - 139 s.
5. Akse nov V. V., Yefremenkov A. B. Geovinchesternaya tekhnologiya i geokhody –innovatsionnyy podkhod k osvoyeniyu podzemnogo prostranstva // Izvestiya vysshikh ucheb-nykh zavedeniy. Gornyy zhurnal. 2008. № 4. S. 19-28.
6. Beglyakov V.YU. Obosnovaniye parametrov poverkhnosti vzaimodeystviya ispolnitel'nogo organa geokhoda s porodoy zaboya. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet. Yurga, 2012.
7. Akse nov V. V., Sadovets V. YU. Modelirovaniye osobennostey dvizheniya geokhoda //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2007. – №. 1. S. 20-22.
8. Akse nov V. V., Kostinets I. K., Beglyakov V. YU. Osobennosti raboty vneshnego dvizhitelya geokhoda //Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiiy zhurnal). – 2013. – № S6. S. 419-425.
9. Sadovets V.YU. Obosnovaniye konstruktivnykh i silovykh parametrov nozhevykh ispolni-tel'nykh organov geokhodov // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet im. T.F. Gorbacheva. Kemerovo, 2007.
10. Anan'yev K.A. Sozdaniye ispolnitel'nogo organa geokhoda dlya razrusheniya porod sredney kreposti // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuz-basskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet im. T.F. Gorbacheva. Kemerovo, 2016.
11. Sadovets V.YU., Rezanova Ye.V. Obosnovaniye konstruktivnykh i tekhnicheskikh resheniy geo-khodov // V sbornike: Innovatsii v mashinostroyenii Sbornik trudov 2-oy Mezhdunarod-noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaksiyey V.YU. Blyumenshteyna. 2011. S. 176-183.
12. Nesterov V.I., Anan'yev K.A. Opredeleniye tochki vkhoda reztsa barabannogo ispolnitel'-nogo organa geokhoda v kontakt s porodoy // Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. 2015. № 7 (116). S. 45-48.
13. Nesterov V.I., Yermakov A.N. Sravneniye iznosa rezhushchego instrumenta na zakonturnykh ispolnitel'nykh organakh geokhodov // Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. 2015. № 7 (116). S. 41-45.
14. Yermakov A.N. Obosnovaniye parametrov zakonturnykh ispolnitel'nykh organov geokhodov dlya razrusheniya porod sredney kreposti // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / Kuzbasskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet im. T.F. Gorbacheva. Kemerovo, 2016.
15. Yermakov A.N. Otsenka koeffitsiyenta variatsii krutyashchego momenta na zakonturnykh is-polnitel'nykh organakh geokhoda // Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 25-29.
16. Beglyakov V.YU., Akse nov V.V., Kazantsev A.A., Kostinets I.K. Razrabotka zakonturnoy oporno-dvizhitel'noy sistemy geokhodov //Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2017.

– №. 6 (124). S. 175-181.

17. Aksekov V.V., Beglyakov V.YU., Kazantsev A.A., Kostinets I.K., Koperchuk A.V. Klassifikatsiya geometricheskikh parametrov vneshnego dvizhitelya geokhoda //Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. – 2016. – №. 8. – S. 33-39.

18. Val'ter A.V., Lagunov S.Ye. Opredeleniye pripuska na poverkhnosti vrashcheniya sbornyykh korpusnykh izdeliy geokhoda // Aktual'nyye problemy v mashinostroyenii. 2015. № 2. S. 152-157.

19. Val'ter A.V., Aksekov V.V., Beglyakov V.YU., Chazov P.A. Opredeleniye pogreshnosti raspolzheniya sektorov stabiliziruyushchey sektsii geokhoda na osnove dannykh koordinatnogo kontrolya // Obrabotka metallov (tehnologiya, oborudovaniye, instrumenty). – 2015. – №.4(69). – S. 31-42.

20. Val'ter A.V., Nozirezoda S.H.S., Ivkin A.N. Issledovaniye tochnosti izgotovleniya krup-nogabaritnykh korpusov vrashcheniya opytnogo obraztsa geokhoda // Nauchno-metodicheskii elektronnyy zhurnal Kontsept. 2016. № T11. S. 2026-2030.

21. Val'ter A.V. Faktory, obuslavlivayushchiye pogreshnosti poverkhnostey vrashcheniya krupnogabaritnykh korpusov geokhoda // Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika. 2016. № 8 (126). S. 19-25.

22. Walter A.V., Borovikov I.F., Chernukhin R.V., Nozirezoda S.S. Research on geometric errors of intermediate unit shell of a geokhod // V sbornike: URGENT PROBLEMS OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING 2016. S. 12017.

23. Val'ter A.V., Chernukhin R.V., Kapustin A.N. Otkloneniya formy obolochki stabiliziruyushchey sektsii geokhoda // Tekhnologii i materialy. 2016. № 1. S. 4-7.

24. Koperchuk A.V., Kazantsev A.A., Beglyakov V.YU., Filonov V.V. Obosnovaniye neobkhodimo-sti razrabotki startovogo ustroystva geokhoda. Tekhnologii i materialy 1 (2015). S. 29-30.

25. Sadovets V.YU., Koperchuk A.V. Razrabotka konstruktivnykh resheniy ustroystv dlya vozvedeniya krepki v usloviyakh geokhodnoy tekhnologii // Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal). 2017. № 1. S. 327-335.

26. Koperchuk A.V. Startovoye ustroystvo geokhoda. Trebovaniya k konstruksii, rezul'taty ispytaniy // V sbornike: INNOVATIONNYE TEKHOLOGII V MASHINOSTROYE-NII Sbornik trudov X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2019. S. 107-110.

27. Koperchuk A.V., Kazantsev A.A. Obosnovaniye neobkhodimosti razrabotki startovogo ust-roystva geokhoda // V sbornike: Innovatsionnyye tekhnologii i ekonomika v mashinostroye-nii Sbornik trudov VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Yurginskiy tekhnologicheskii institut; Otvetstvennyy redaktor: D.A. Chinakhov. 2015. S. 439-440.

28. Aksekov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Efremkov A.B. The concept of creating perspective technological paradigm of formation (development) of the underground space on the basis of the leading development of new approaches in construction geotechnology and geo-technics. Premises and basic provisions (part 1) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – T. 656. – №. 1. – S. 012004.

29. Aksekov V.V., Khoreshok A.A., Beglyakov V.Yu., Efremkov A.B. The concept of creating perspective technological paradigm of formation (development) of the underground space on the basis of the leading development of new approaches in construction geotechnology and geo-technics. Premises and basic provisions (part 2) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – T. 656. – №. 1. – S. 012005.

30. Aksekov V. V., Khoreshok A. A., Beglyakov V. YU. Kontseptsiya sozdaniya perspektivnogo tekhnologicheskogo uklada formirovaniya (osvoyeniya) podzemnogo prostranstva na baze opere-zhayushchego razvitiya novykh podkhodov v stroitel'noy geotekhnologii i geotekhnike. Chast' 1 predposylki i osnovnyye polozheniya // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – №. 4 (128). S. 105-114.

31. Aksekov V. V., Khoreshok A. A., Beglyakov V. YU. Kontseptsiya sozdaniya perspektivnogo tekhnologicheskogo uklada formirovaniya (osvoyeniya) podzemnogo prostranstva na baze opere-zhayushchego razvitiya novykh podkhodov v stroitel'noy geotekhnologii i geotekhnike. Chast' 2 // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2018. – № 5 (129). S. 43-52.

32. L'vov D. S., Glaz'yev S.YU. "Teoreticheskiye i prikladnyye aspekty upravleniya NTP // Ekonomika i matematicheskiye metody. 1986. № 5." (1986): 793.

33. Baydakov, V. B., Klumov A.S. Aerodinamika i dinamika polota letatel'nykh apparatov. Ripol Klassik, 1979.
34. Pyshnov V. Aerodinamika samoleta. – Ripol Klassik, 2013.
35. Petrov, K. P. Aerodinamika tel prosteyshikh form. M.: Faktorial, 1998.
36. Ostoslavskiy, I. V. "Aerodinamika samoleta." M.: Oborongiz 1957.
37. Krasnov N. F. Aerodinamika. – URSS, 2010.
38. Sedov, G. A. Lotchiku o prakticheskoy aerodinamike. Ripol Klassik, 1961.
39. Lavrent'yev, Mikhail Alekseyevich. Problemy gidrodinamiki i ikh matematicheskiye mode-li. Ripol Klassik, 1973.
40. Khoreshok A.A., Kuznetsov V.V., Anan'yev K.A., Aksenov V.V., Blashchuk M.YU., Beglyakov V.YU. "Gidromekhanika." Tomsk, 2014.
41. Al'tshul', A.D. Gidravlika i aerodinamika: uchebnik dlya vuzov/A.D. Al'tshul', L.S. Zhivotovskiy, L.P. Ivanov. -M.: Stroyizdat, 1987. -414 s.
42. Khain, Viktor Yefimovich, and Mikhail Grigor'yevich Lomize. Geotektonika s osnovami geodinamiki. M.: KDU, 2005.
43. Rzhavskiy V. V., Novik G. YA. Osnovy fiziki gornykh porod. – Nauka, 1964.

Поступило в редакцию 23.05.2020

Received 23 May 2020