

Научная статья

УДК 622.23.05

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-56-65

Аксенов Владимир Валерьевич¹, Пашков Дмитрий Алексеевич², Мягких Илья Дмитриевич³, Романов Юрий Александрович³

¹ Институт угля Федерального Исследовательского Центра угля и углехимии СО РАН

² Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

³ Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевск

* для корреспонденции: cliomineng06@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ МАНЕВРИРОВАНИЯ ГЕОХОДА

Аннотация.

В статье рассматриваются актуальные вопросы разработки и совершенствования систем маневрирования геоходов – класса горного оборудования, предназначенного для формирования подземных выработок посредством сложного вращательно-поступательного движения в массиве горных пород. В отличие от традиционных проходческих щитов и комбайнов геоходы требуют принципиально иных технических решений для обеспечения необходимой маневренности. Проведен анализ существующих конструктивных решений по повышению маневренности проходческих щитов и их применимости к геоходной технологии. Исследуются различные типы исполнительных органов (ИО) и их влияние на маневренные характеристики геоходов. Особое внимание уделяется проблеме создания законтурных каналов увеличенной ширины, необходимых для эффективного маневрирования геохода в массиве горных пород. Рассмотрены различные конструктивные схемы ИО, включая роторные, барабанные и корончатые типы, а также методы их модификации для увеличения ширины захвата. Рассмотрены разные вариации законтурных исполнительных органов (ЗИО), такие как дисковые и корончатые. Авторами выделены ключевые факторы, определяющие актуальность исследований в области повышения маневренности геоходов: необходимость освоения сложных геологических условий, повышение безопасности и производительности подземных работ, а также развитие новых технологий горной промышленности. Обосновывается необходимость разработки инновационных технических решений для совершенствования механизмов маневрирования геоходов. В работе представлены результаты анализа различных способов создания уширения выработки для маневрирования, включая изменение угла установки барабанов, их осевое выдвижение и регулировку межосевого расстояния. Полученные данные могут быть использованы при проектировании новых образцов геоходного оборудования и совершенствовании существующих конструкций.



Информация о статье

Поступила:

03 сентября 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 марта 2026 г.

Принята к печати:

15 апреля 2026 г.

Опубликована:

04 июня 2026 г.

Ключевые слова:

Поворот, геоход, маневренность, исполнительный орган, законтурный канал, горное оборудование

Для цитирования: Аксенов В.В., Пашков Д.А., Мягких И.Д., Романов Ю.А. Обоснование необходимости разработки устройств системы маневрирования геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2026. № 2 (184). С. 56-65. DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-56-65, EDN: OFFYHU

Современное развитие горнодобывающей промышленности и подземного строительства требует внедрения инновационных технологий и оборудования, способных эффективно работать в сложных геологических условиях. Особую актуальность

приобретают исследования в области создания нового класса горных машин – геоходов, представляющих собой принципиально новое решение для формирования полостей в массивах горных пород.

Геоходная технология основана на уникальном принципе сложного вращательно-поступательного движения твердого тела в твердой среде, что существенно отличает ее от традиционных методов проходки с использованием щитовых машин и проходческих комбайнов. Одним из ключевых аспектов успешной реализации данной технологии является обеспечение необходимой маневренности геохода при его движении в массиве горных пород.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью совершенствования систем маневрирования геоходов, что напрямую влияет на безопасность, производительность и экономическую эффективность подземных работ. Существующие технические решения, применяемые в щитовых машинах, не могут быть прямо перенесены на геоходы ввиду принципиальных различий в технологии их работы.

В ходе предварительных испытаний опытных образцов геоходов выявилась необходимость разработки специализированных исполнительных органов, способных формировать законтурные каналы увеличенной ширины, необходимые для эффективного маневрирования. Данное исследование направлено на анализ существующих конструктивных решений и обоснование необходимости разработки новых технических средств, повышающих маневренность геоходов.

Статья рассматривает различные подходы к решению проблемы маневрирования геоходов, анализирует существующие конструкции исполнительных органов и предлагает направления их совершенствования для повышения эффективности работы геоходного оборудования.

При исследовании параметров проходческих щитов можно прийти к выводу, что одним из важнейших факторов для ведения щита по трассе выработки является отношение его длины (L) к диаметру (D), которое называется «маневренность щита»:

$$M=L/D$$

Чем меньше значение этого параметра, тем проходческий щит считается более маневренным. Кроме геометрических параметров, на маневренность щита оказывает влияние тип возводимой постоянной крепи.

Для повышения маневренности в конструкции щитов применяются различные конструктивные решения, представленные на Рис. 1 (а – отжимные поворотные плиты, б – поворотные щитовые

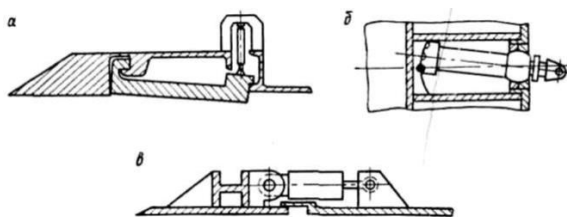


Рис. 1. Схемы устройств повышения маневренности проходческих щитов
Fig. 1. Diagrams of devices for increasing maneuverability of tunneling shields

домкраты, в – поворот ножевой части щита).

Кроме этого, для проходки тоннелей на крутых криволинейных участках трассы применяются щитовые машины с шарнирным корпусом. Такие машины состоят из двух и более частей, которые при помощи специальных устройств имеют возможность поворачиваться друг относительно друга на определенный угол. В настоящее время создано три вида щитовых машин с шарнирным корпусом (Рис. 2, 3, 4).

Увеличение маневренности щитовых машин связано либо с увеличением длины всего проходческого комплекса, либо с введением в конструкцию дополнительных конструктивных элементов, приводящих к значительному увеличению массогабаритных характеристик проходческого оборудования.

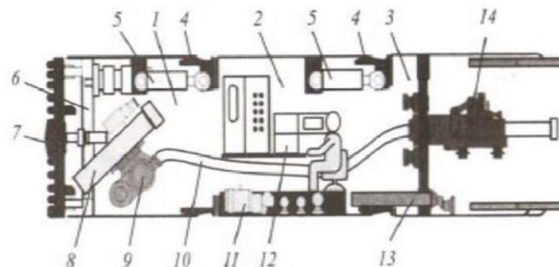


Рис. 2. Конструктивная схема щитовой машины с шарнирным корпусом первого вида
Fig. 2. The design scheme of a panel machine with a hinged body of the first type

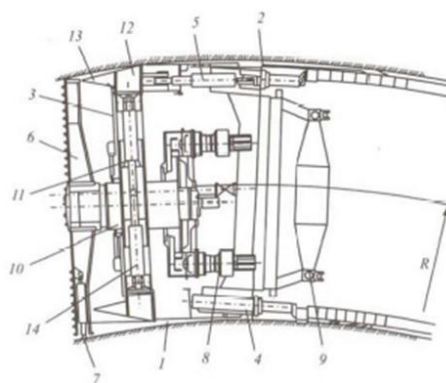


Рис. 3. Конструктивная схема щитовой машины с шарнирным корпусом второго вида
Fig. 3. The design scheme of a panel machine with a hinged body of the second type

Геоходная технология формирования полости в подземном пространстве реализует иной принцип перемещения горного оборудования в массиве горных пород, нежели проходческие щиты и комбайны. Этот способ основан на сложном вращательно-поступательном движении твердого тела в твердой среде. Базовым элементом геоходной технологии является новый класс горного оборудования – геоход.

Работы таких исследователей, как как Аксенов В. В., Ананьев К. А., Ермаков А. Н., Пашков Д. А., Вальтер А. В., Бегляков В. Ю., Ефременков А. Б.,

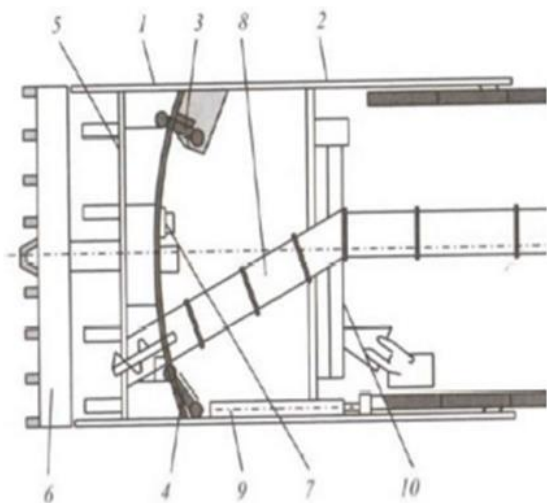


Рис. 4. Конструктивная схема щитовой машины с шарнирным корпусом третьего вида
Fig. 4. The design scheme of a panel machine with a hinged body of the third type

Тимофеев В. Ю., Садовец В. Ю., направленные на разработку новых конструктивных и технических решений элементов и устройств геолода, показали пути исследований, направленных на изучение влияния конструктивных решений и свойств геосреды на величину параметра маневрирования горного оборудования по трассе выработки.

В работах указанных выше исследователей рас-

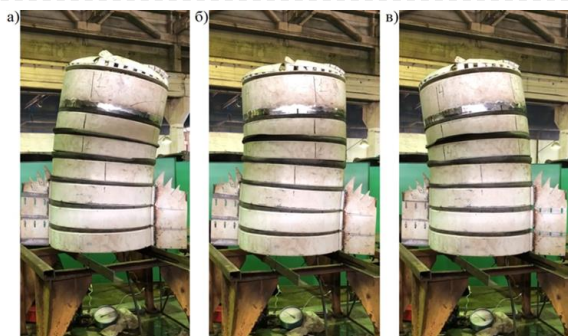


Рис. 5. Демонстрация гибкого тела а) крайнее положение «поворот вправо», все сочленения в крайнем правом положении, б) промежуточное положение, изгиб верхнего сочленения в завершающей фазе, изгиб нижнего сочленения – в начальной фазе, в) крайнее положение «поворот влево», все сочленения в крайнем левом положении

Fig. 5. Demonstration of a flexible body a) extreme position "turn to the right", all joints in the extreme right position, b) intermediate position, bending of the upper joint in the final phase, bending of the lower joint in the initial phase, c) extreme position "turn to the left", all joints in the extreme left position

смаатриваются процессы разработки исполнительных органов геолода, которые косвенно влияют на маневрирование аппарата по трассе выработки. В

работе Пашкова Д. А. рассматривается изгибающийся корпус (Рис. 5), который позволяет изменять угол движения геолода, однако при движении в геосреде возникает значительное сопротивление при изгибе аппарата, что в свою очередь является препятствием для быстрого изменения направления движения [1].

В работах Ермакова А. Н. описывается конструкция законтурного исполнительного органа (ИО), который должен создавать законтурную полость для обеспечения поворота (Рис. 6-7).

Однако в ходе испытаний опытного образца ге-

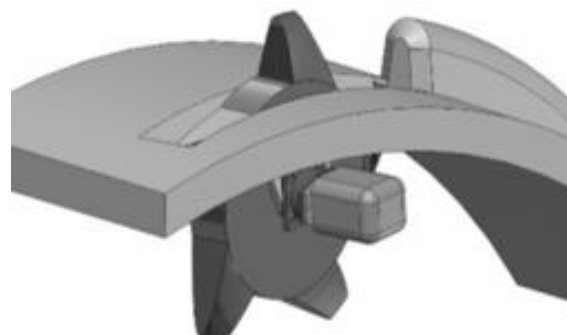


Рис. 6. Законтурный ИО дискового типа
Fig. 6. A structured disk-type IO



Рис. 7. Законтурный ИО типа фрезы с возможностью поперечного перемещения в законтурном канале

Fig. 7. A curved IO of the milling cutter type with the possibility of transverse movement in a curved channel

олода диаметром 3,2 м была выявлена необходимость разработки новых исполнительных органов с возможностью формирования законтурных каналов шириной, превышающей ширину исполнительного органа. Кроме того, на данном этапе имеется необходимость в совершенствовании приводов, предназначенных для обеспечения работы законтурного исполнительного органа [1].

В работах Ананьева К. А. описываются способы маневрирования геолода с роторными, стреловидными, многокорончатыми, барабанными и с зафиксированными коронками исполнительными органами.

На Рис. 8 изображены под номерами:

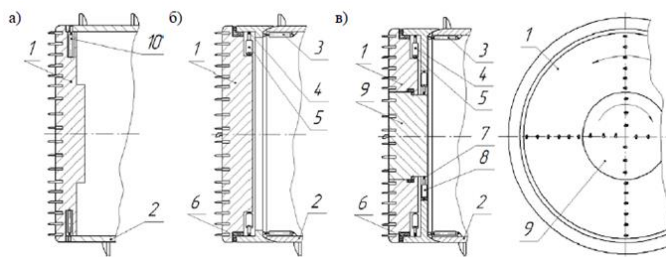


Рис. 8. Схемы роторного ИО: а) – без организации движения ротора; б) – одноосевой с организацией дополнительного вращения; в) – соосный с организацией дополнительного вращения

Fig. 8. Rotary IO schemes: a) – without organizing the movement of the rotor; b) – single-axis with the organization of additional rotation; c) – coaxial with the organization of additional rotation

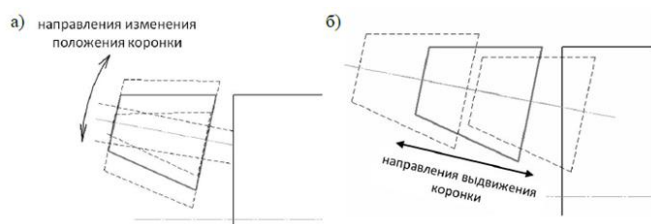


Рис. 9. Принципы обеспечения маневрирования геогода с корончатыми ИО: а) – изменение угла установки коронки; б) – осевое выдвижение коронки

Fig. 9. Principles of ensuring maneuvering of a geohod with crown IO: a) – changing the angle of the crown; b) – axial extension of the crown

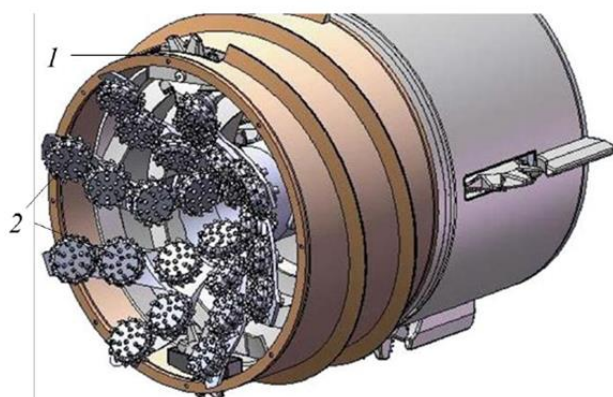


Рис. 10. Многокорончатый лучевой ИО

Fig. 10. Multi-crown radial IO

- 1 – планшайба;
- 2 – головная секция;
- 3 – маневровый привод;
- 4, 7 – механизм возврата гидроцилиндров вращения (типа храповой механизм);
- 5, 8 – привод вращения планшайбы (гидроцилиндры);
- 9 – соосная планшайба;
- 10 – копир-резец.

Маневрирование геогода с такими ИО по трассе реализуется и в механизированных щитах – созданием уширений выработки выдвигающимися копир-резцами 3 (Рис. 8, а), и при шарнирно-сочлененной конструкции модуля исполнительного органа с корпусом геогода (Рис. 8, б и в) – накло-

ном планшайбы в нужном направлении с выходом за контур выработки [2].

Создание уширения выработки для маневрирования геогода со стреловидным ИО и ИО с зафиксированными коронками, согласно Рис. 8, возможно двумя способами – изменением угла установки либо выдвиганием коронки вдоль оси ее вращения, причем для стреловидных ИО возможны одновременно оба способа и этот вариант не требует дополнительных элементов.

На Рис. 10 изображены под номерами:

- 1 – головная секция геогода;
- 2 – коронки (диски).

Маневрирование геогода с многокорончатым лучевым ИО осуществляется по тому же принципу, что и маневрирование геогода с роторным ИО (см. Рис. 8).

В данной конструкции ИО создание уширения выработки для маневрирования возможно реализовать тремя способами:

- изменением угла установки барабана (Рис. 11, а);
- выдвиганием барабанов вдоль оси их вращения (Рис. 11, б);
- изменением межосевого расстояния в диапазоне от a до $a_{пер}$ (Рис. 11, в) [2].

При анализе вышеуказанных исследований напрашивается вывод, что актуальность данного направления исследований обусловлена нижеприведенными ключевыми факторами.

Во-первых, развитие технологий подземного строительства и добычи полезных ископаемых требует внедрения инновационных решений в области горного оборудования, таких как геогоды, которые позволяют реализовать принципиально новый подход к созданию полостей в массивах горных пород. Это особенно важно для освоения локаций в сложных геологических условиях, где традиционные методы проходки становятся неэффективными или экономически невыгодными.

Во-вторых, повышение маневренности и мобильности геогодов напрямую влияет на безопасность и производительность работ, снижая вероятность аварийных ситуаций и сокращая время выполнения технологических операций. Исследование механизмов маневри-

рования и разработка новых конструктивных решений для исполнительных органов геогода способствуют устранению существующих ограничений, таких как сопротивление геосреды при изменении направления движения и необходимость формирования законтурных каналов увеличенной ширины.

В-третьих, научный интерес к данной теме поддерживается активным развитием исследований в области геогодной технологии, что подтверждается работами ученых, указанных выше. Их исследования открывают новые перспективы для совершенствования приводов, исполнительных органов и алгоритмов управления движением геогодов, что делает данное направление перспективным для дальнейшего изучения.

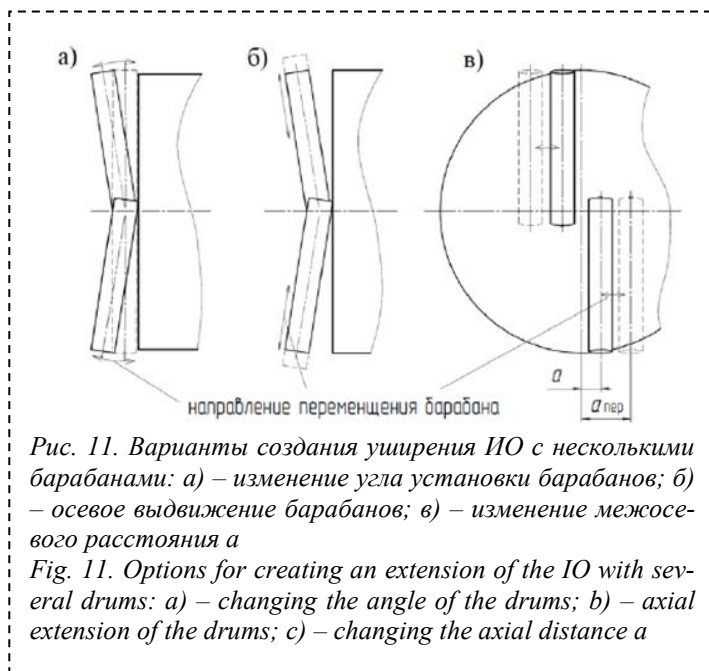


Рис. 11. Варианты создания уширения ИО с несколькими барабанами: а) – изменение угла установки барабанов; б) – осевое выдвигание барабанов; в) – изменение межосевого расстояния а

Fig. 11. Options for creating an extension of the IO with several drums: а) – changing the angle of the drums; б) – axial extension of the drums; в) – changing the axial distance а

Таким образом, работа по исследованию и усовершенствованию механизмов маневрирования геогодов является актуальной, поскольку она отвечает современным требованиям повышения эффективности, безопасности и технологичности подземных работ, а также способствует развитию нового поколения горного оборудования, адаптированного к сложным условиям эксплуатации [1].

Выводы (Conclusion)

1. Анализ существующих технических решений по повышению маневренности проходческого оборудования показал, что традиционные методы, применяемые в щитовых машинах, не могут быть напрямую адаптированы для геогодов ввиду принципиальных различий в технологии их работы.

2. Установлена необходимость разработки специализированных исполнительных органов для геогодов, способных формировать законтурные каналы увеличенной ширины, необходимые для эффективного маневрирования в массиве горных пород.

3. Исследование различных типов исполнительных органов (роторных, дисковых и корончатых) позволило выделить три основных способа создания уширения выработки для маневрирования:

- изменение угла установки рабочих органов;
- осевое выдвигание рабочих органов;
- регулировка межосевого расстояния между рабочими органами.

4. Показана актуальность дальнейших исследований в области совершенствования приводов исполнительных органов геогодов, что обусловлено необходимостью обеспечения более точного управления и увеличения нагрузочной способности при формировании законтурных каналов.

5. Обоснована необходимость разработки устройств системы маневрирования геогода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мягких И. Д. Актуальность разработки устройств системы маневрирования геогодов // Новый взгляд на систему образования : Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Прокопьевск, 17–18 апреля 2025 года. Прокопьевск: Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2025. С. 119–122. – EDN XXUBXS.
2. Ананьев К. А. Создание исполнительного органа геогода для разрушения пород средней крепости : дис. канд. техн. наук : по спец. 05.05.06 / Кирилл Алексеевич Ананьев. Кемерово, 2016. 144 с.
3. Ермаков А. Н. Оценка требуемой скорости подачи законтурных исполнительных органов геогода // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Прокопьевск, 30–31 марта 2016 года / Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А. Прокопьевск: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева» в г. Прокопьевске, 2016. С. 302–305. EDN WFYKZD..
4. Аксенов В. В., Хорешок А. А., Бегляков В. Ю., Пашков Д. А. Геодинамика проходческих подземных аппаратов. Геосреда, форма и поверхности // Горное оборудование и электромеханика. 2021. № 3(155). С. 39–47. DOI: 10.26730/1816-4528-2021-3-39-47. EDN ZVEVRT.
5. Осипов Р. С., Пашков Д. А., Садовец В. Ю. [и др.] Обоснование необходимости увеличения маневренности геогода // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Кемерово, 14–17 октября 2019 года / Редколлегия: Д. М. Дубинкин [и др.]. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2019. С. 233–237. EDN FFOJIX.
6. Ермаков А. Н. Обоснование параметров законтурных исполнительных органов геогодов для разрушения пород средней крепости : специальность 05.05.06 «Горные машины» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ермаков Александр Николаевич. Кемерово, 2016. 20 с. EDN ZFQDMX.
7. Аксенов В. В., Пашков Д. А., Блащук М. Ю. Определение радиуса поворота формируемой выработки демонстрационным образцом геогода // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции, Прокопьевск, 25–26 апреля 2024 года. Прокопьевск : Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, 2024. С. 10–14. EDN SXLCHI.
8. Пашков Д. А. Особенности работы исполнительного органа геогода с изгибающимся корпусом // Инновации в технологиях и образовании :

Сборник статей участников XIV Международной научно-практической конференции, Белово, 26 марта 2021 года. Том 1. Кемерово, Белово, Новосибирск, Велико-Тырново, Шумен : Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 2021. С. 156–159. EDN AZBMTX.

9. Жабин А. Б., Поляков Ал. В., Поляков Ан. В., Антипов В. В. Управление направленным движением проходческого щита и устройства контроля его положением // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 2. С. 2–7.

10. Нестеров В. И., Ермаков А. Н. Сравнение износа режущего инструмента на законтурных исполнительных органах геогодов // Горное оборудование и электромеханика. 2015. № 7(116). С. 41–45. EDN UKGXRN.

11. Авторское свидетельство № 1377381 А1 СССР, МПК E21D 9/11, E21C 27/22, E21D 9/10. Проходческий комбайн : № 4097018 : заявл. 16.07.1986 : опубл. 28.02.1988 / А. М. Левин, В. И. Кучер; заявитель Донецкий государственный проектно-конструкторский и экспериментальный институт комплексной механизации шахт "ДОНГИ-ПРОУГЛЕМАШ". EDN RRWJVU.

12. Ананьев К. А., Ермаков А. Н., Сидоров М. С., Варнавский К. А. Обзор исполнительных органов буровых установок // Техника и технология горного дела. 2022. № 4(19). С. 35–61. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-4-35-61. EDN LWXISV.

13. Семенченко А. К., Шабаяев О. Е., Семченко Д. А., Хищенко Н. В. Перспективы создания проходческих комбайнов нового технического уровня // Горная техника. Каталог-справочник. СПб : ООО «Славутич», 2005. С. 60–69.

14. Ананьев К. А., Жигулина К. А., Ермаков А. Н. Варианты создания уширений горной выработки барабанными исполнительными органами геогодов // Оценка эффективности использования механизмов государственного регулирования, направленных на комплексное развитие моногородов Казахстана, России и Белоруссии: сборник докладов международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Рудный : Рудненский индустриальный институт, 2015. С. 102–105.

15. Бегляков В. Ю. Обоснование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геогода с породой забоя: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Бегляков Вячеслав Юрьевич. Кемерово, 2012. 19 с.

16. Бреннер В. А., Жабин А. Б., Щеголевский М. М., Поляков Ал. В., Поляков Ан. В. Щитовые проходческие комплексы: Учебное пособие. М. : Горная книга, МГТУ, 2009. 447 с.

17. Клорикьян В. Х., Ходош В. Л. Горнопроходческие щиты и комплексы. М. : Недра, 1977. 326 с.

18. Садовец В. Ю. Обоснование конструктивных и силовых параметров ножевых исполнительных органов геогодов / автореф. дисер. к.т.н. Кузбасс. гос. техн. ун-т. Кемерово, 2007. 17 с.

19. Хорешок А. А., Ананьев К. А., Ермаков А. Н., Шахманов В. Н. Обоснование схемы установки и направления вращения барабанов на исполнительном органе геогода // Горное оборудование и электромеханика. 2019. №. 4. С. 15–20.

20. Садовец В. Ю., Бегляков В. Ю., Ефременков А. Б. Разработка модели кинематических особенностей геогода // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Юрга, 22–23 мая 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Том 2. Юрга : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. С. 292–298. EDN SRKIJR.

21. Ананьев К. А., Ермаков А. Н., Садовец В. Ю. Требования к исполнительным органам геогодов // Россия молодая : Сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием, Кемерово, 22–25 апреля 2014 года / Ответственный редактор: Блюменштейн В. Ю. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, 2014. С. 8. EDN VAIRKD.

22. Ермаков А. Н. Обоснование параметров законтурных исполнительных органов геогодов для разрушения пород средней крепости: дис. ... кан-та техн. наук: 05.05.06 / Ермаков Александр Николаевич. Кемерово, 2016. 158 с.

23. Аксенов В. В., Хорешок А. А., Ананьев К. А., Ермаков А. Н. Определение глубины резания дискового законтурного исполнительного органа внешнего движителя геогода // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014. Материалы XV Международной научно-практической конференции Кемерово. 2014. С. 54.

24. Аксенов В. В., Ананьев К. А., Ермаков А. Н. Возможности законтурных исполнительных органов геогода по формированию различных профилей каналов // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: Материалы III Международной научно-практической конференции. Междуреченск, 2–4 апреля 2014 г. Кемерово, 2014. С. 12–13.

25. Вакуров А. А., Лушников А. В. Оценка НДС внешнего движителя геогода от действия статических нагрузок // Проблемы геологии и освоения недр : Труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета: в 2 томах, Томск, 04–08 апреля 2016 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР); Общество инженеров-нефтяников, международная некоммерческая организация, Студенческий чаттер; Под редакцией А. Ю. Дмитриева. Том 2. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. С. 827–829. EDN XAOYUX.

26. Чебан А. Ю. Геоход для выемки тонких рудных тел с изменяемым углом падения: усовершенствованная конструкция и технология применения // Рациональное освоение недр. 2020. № 4. С. 58–62. DOI: 10.26121/RON.2020.84.42.007. EDN TRSEOQ.

27. Ермаков А. Н. Оценка требуемой скорости подачи законтурных исполнительных органов геохода // Перспективы инновационного развития угольных регионов России: Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Прокопьевск : изд-во филиала КузГТУ в г. Прокопьевске, 2016. С. 237–240.

28. Ермаков А. Н., Аксенов В. В., Хорешок А. А., Ананьев К. А. Обзор существующих решений исполнительных органов для формирования каналов за контурами выработки // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 12. С. 20–24.

29. Хорешок А. А., Ананьев К. А., Ермаков А. Н. Определение рационального числа резцов в линиях резания барабанных исполнительных органов геоходов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 3(121). С. 110–116. EDN YYZIKN.

30. Резанова Е. В. Обоснование необходимости разработки исполнительных органов активного действия для разрушения мягких пород // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : сборник материалов Международной научно-практической конференции, Кемерово, 29–30 ноября 2017 года / Кузбасский государственный технический университет им Т. Ф. Горбачева. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, 2017. С. 385–387. EDN YMKNXNU.

31. Елесина Е. И., Снигирева М. В., Мельникова Т. Е. Анализ прочности геосреды при перемещении геохода в горном массиве // Фундаментальные и прикладные проблемы механики, математики, информатики : Сборник докладов всероссийской научно-практической конференции с

международным участием, Пермь, 26–28 мая 2015 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ исследовательский университет». Пермь : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 2015. С. 50–53. EDN UKGLXT.

32. Аксенов В. В., Чичерин И. В. Структура системы управления геоходом // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции, Новокузнецк, 14–16 декабря 2017 года / Сибирский государственный индустриальный университет; Под редакцией С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. Новокузнецк : Сибирский государственный индустриальный университет, 2017. С. 201–205. EDN YVURHD.

33. Блащук М. Ю., Дронов А. А. Обзор опорно-поворотных устройств в горной и строительной техники в целях создания узла сопряжения секций геохода // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности : Труды международной научно-практической конференции, Кемерово, 08–11 октября 2013 года / Под редакцией В. И. Клишина, З. Р. Исмагилова, В. Ю. Блюменштейна, С. И. Протоцова, Г. П. Дубинина. Кемерово : Без издательства, 2013. С. 97–100. EDN TBLLSJ.

34. Блащук М. Ю., Ефременков А. Б., Бегляков В. Ю. Геоходы – новый класс горнопроходческой техники // Современные техника и технологии : Труды 14 Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых. В 3 томах, Томск, 24–28 марта 2008 года. Том 1. Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2008. С. 240–242. EDN WGCILF.

© 2026 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Аксенов Владимир Валерьевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, пр-т Советский, 18), e-mail: 55vva42@mail.ru

Пашков Дмитрий Алексеевич – кандидат технических наук, научный сотрудник научного центра «Цифровые технологии», Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: pashkovda@kuzstu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5894-4897>, AuthorID: 804094

Мягих Илья Дмитриевич – преподаватель, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевск (653039, Россия, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а), e-mail: cliomineng06@gmail.com

Романов Юрий Александрович – преподаватель, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевск (653039, Россия, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а), e-mail: run007@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Аксенов Владимир Валерьевич – постановка исследовательской задачи.

Пашков Дмитрий Алексеевич – научный менеджмент.

Мягких Илья Дмитриевич – концептуализация исследования; сбор и анализ данных; выводы; написание текста.

Романов Юрий Александрович – обзор соответствующей литературы.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-56-65

Vladimir V. Aksenov¹, Dmitry A. Pashkov², Ilya D. Muagkih³, Yuri A. Romanov³

¹ Institute of Coal of the Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of SB RAS

² T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

³ T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, branch in Prokopyevsk

* for correspondence: cliomineng06@gmail.com

JUSTIFICATION OF THE NEED TO DEVELOP GEOHOD MANEUVERING SYSTEM DEVICES

Abstract.

The article discusses current issues of the development and improvement of geohod maneuvering systems, a class of mining equipment designed to form underground workings through complex rotational and translational motion in a rock mass. Unlike traditional tunneling shields and combine harvesters, geohods require fundamentally different technical solutions to ensure the necessary maneuverability. The analysis of existing design solutions to increase the maneuverability of tunneling shields and their applicability to geohopping technology is carried out. Various types of executive bodies (IO) and their influence on the maneuverability characteristics of geohouses are being investigated.

Special attention is paid to the problem of creating curved channels of increased width, necessary for effective maneuvering of a geohod in a rock mass. Various design schemes of IO, including rotary, drum and crown types, as well as methods of their modification to increase the width of the gripper are considered. Different variations of the statutory executive organs (ZIO) such as disc and crown are considered.

The authors identify the key factors determining the relevance of research in the field of increasing the maneuverability of geohouses: the need to master difficult geological conditions, increase the safety and productivity of underground work, as well as the development of new mining technologies. The necessity of developing innovative technical solutions to improve the mechanisms of maneuvering geohouses is substantiated.

The paper presents the results of an analysis of various ways to create a widening of the workings for maneuvering, including changing the angle of installation of the drums, their axial extension and adjusting the axial distance. The data obtained can be used in the design of new samples of geohopping equipment and improvement of existing structures.



Article info

Received:

03 September 2025

Accepted for publication:

15 March 2026

Accepted:

15 April 2026

Published:

04 June 2026

Keywords: Turning, geohacking, maneuverability, executive body, law channel, mining equipment

For citation: Aksenov V.V., Pashkov D.A., Muagkih I.D., Romanov Yu.A. Justification of the need to develop geohod maneuvering system devices. Mining Equipment and Electromechanics, 2026; 2(184):56-65 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2026-2-56-65, EDN: OFFYHU

REFERENCES

1. Myaghykh I.D. The relevance of the development of geohod maneuvering system devices. A new look at the education system : Proceedings of the V International

Scientific and Practical Conference, Prokopyevsk, April 17-18, 2025. Prokopyevsk: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2025. Pp. 119–122. EDN XXUBXS

2. Ananyev K.A. Creation of the executive body of the geohod for the destruction of rocks of medium strength : dis. candidate of technical sciences : according to spec. 05.05.06 / Kirill Alekseevich Ananyev. Kemerovo, 2016. 144 p. (in Russian)

3. Ermakov A. N. Assessment of the required feed rate of the regulatory executive bodies of geohod. *Prospects for the innovative development of the coal regions of Russia : Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Prokopyevsk, March 30-31, 2016. Responsible editors Pudov E.Yu., Klaus O.A. Prokopyevsk: Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev" in Prokopyevsk; 2016. Pp. 302–305. EDN WFYKZD..

4. Aksenov V.V. [et al.] Geodynamics of tunneling underground vehicles. Geomedia, shape and surfaces. *Mining equipment and electromechanics*. 2021; 3(155):39-47. DOI: 10.26730/1816-4528-2021-3-39-47. EDN ZVEVRT.

5. Osipov R.S. [et al.] Justification of the need to increase the maneuverability of the geohod. *Innovations in information technology, mechanical engineering and motor transport : Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo, October 14-17, 2019. Editorial board: D.M. Dubinkin [et al.] Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2019. Pp. 233–237. EDN FFOJIX.

6. Ermakov A.N. Substantiation of the parameters of the legal executive bodies of geohouses for the destruction of rocks of medium strength : specialty 05.05.06 "Mining machines" : abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical Sciences / Ermakov Alexander Nikolaevich. Kemerovo, 2016. 20 p. EDN ZFQDMX.

7. Aksenov V.V., Pashkov D.A., Blashchuk M.Yu. Determination of the turning radius of the formed mine by a demonstration sample of a geohod. *Prospects for the innovative development of Russia's coal regions : Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference*. Prokopyevsk, April 25-26, 2024. Prokopyevsk: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2024. Pp. 10–14. EDN SXLCHI.

8. Pashkov D.A. Features of the work of the executive body of a geohod with a bending hull. *Innovations in technology and education : A collection of articles by participants of the XIV International Scientific and Practical Conference*. Belovo, March 26, 2021. Volume 1. Kemerovo, Belovo, Novosibirsk, Veliko Tarnovo, Shumen: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2021. Pp. 156–159. EDN AZBMTX.

9. Zhabin A.B. [et al.] Control of the directional movement of a tunneling shield and a device for controlling its position. *Mining equipment and electromechanics*. 2009; 2:2–7.

10. Nesterov V.I., Ermakov A.N. Comparison of wear of cutting tools on the structural executive bodies of geohouses. *Mining equipment and electromechanics*. – 2015; 7(116):41–45. EDN UKGXRN.

11. Copyright certificate No. 1377381 A1 USSR, IPC E21D 9/11, E21C 27/22, E21D 9/10. Tunneling combine : No. 4097018 : application 07/16/1986 : published 02/28/1988 / A.M. Levin, V.I. Kucher ; applicant DONETSK STATE DESIGN AND EXPERIMENTAL INSTITUTE OF INTEGRATED MINE MECHANIZATION "DONGIPROUGLEMASH". – EDN RRVJVU.

12. Ananyev K.A. [et al.] Review of the executive bodies of drilling rigs. *Mining engineering and technology*. 2022; 4(19):35–61. DOI: 10.26730/2618-7434-2022-4-35-61. EDN LWXISV.

13. Semenchenko A.K. [et al.] Prospects of creating tunneling combines of a new technical level. Mining machinery. Directory directory. St. Petersburg: Slavutich LLC; 2005. Pp. 60–69.

14. Ananyev K.A. [et al.] Options for creating mining extensions by drumming executive bodies of geohouses. Assessment of the effectiveness of using state regulation mechanisms aimed at the integrated development of single-industry towns in Kazakhstan, Russia and Belarus: collection of reports of the international scientific and practical conference of young scientists and students. Rudny: Rudn Industrial Institute; 2015. Pp. 102–105.

15. Beglyakov V.Y. Substantiation of the parameters of the interaction surface of the executive body of the geohod with the face rock: abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences: 05.05.06 / Beglyakov Vyacheslav Yuryevich. Kemerovo, 2012. 19 p.

16. Brenner V.A. [et al.] Shield tunneling complexes: A textbook. M.: Gornaya kniga, MG TU; 2009. 447 p.

17. Klorikyan V.H., Khodosh V.L. Mining shields and complexes. M.: Nedra; 1977. 326 p.

18. Sadovets V.Y. Substantiation of the design and power parameters of knife-type executive bodies of geohouses. Abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences. Kuzbass State Technical University. Kemerovo, 2007. 17 p.

19. Khoreshok A.A. [et al.] Substantiation of the installation scheme and the direction of rotation of the drums on the executive body of the geohod. *Mining equipment and electromechanics*. 2019; 4:15–20.

20. Sadovets V.Yu. [et al.] Development of a model of kinematic features of a geohod. *Innovative technologies and economics in mechanical engineering : Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Jurga, May 22-23, 2014. National Research Tomsk Polytechnic University. Volume 2. Jurga: National Research Tomsk Polytechnic University; 2014. Pp. 292–298. EDN SRKIJR.

21. Ananyev K. A. [et al.] Requirements for executive bodies of geohouses. *Young Russia : Collection of materials of the VI All-Russian, 59th Scientific and Practical Conference of Young Scientists with International participation*. Kemerovo, April 22-25, 2014. Responsible editor: Blumenstein V.Yu.. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2014. P. 8. EDN VAIRKD.

22. Ermakov A.N. Substantiation of the parameters of the structural executive bodies of geohouses for the destruction of rocks of medium strength: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.05.06 / Ermakov Alexander Nikolaevich. Kemerovo, 2016. 158 p.

23. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Ananyev K.A., Ermakov A.N. Determination of the cutting depth of the disk structural executive body of the external propulsion device of the geohod. *Natural and Intellectual Resources of Siberia. Sibresurs 2014*. Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference. Kemerovo, 2014. P. 54.

24. Aksenov V.V., Ananyev K.A., Ermakov A.N. The possibilities of the legal executive bodies of geohod for the formation of various channel profiles. *Modern trends and innovations in science and production: Proceedings*

of the III International Scientific and Practical Conference. Mezhdurechensk, April 2-4, 2014. Kemerovo, 2014. Pp. 12–13.

25. Vakurov A.A., Lushnikov A.V. Assessment of the VAT of the external propulsion of the geohod from the action of static loads. *Problems of geology and subsoil development : Proceedings of the XX International Symposium named after Academician M.A. Usov of students and young scientists dedicated to the 120th anniversary of the founding of Tomsk Polytechnic University*. In 2 volumes. Tomsk, April 04-08, 2016. National Research Tomsk Polytechnic University (TPU), Institute of Natural Resources (IPR); Society of Petroleum Engineers, international non-profit organization, Student Chapter; Edited by A.Yu. Dmitrieva. Volume 2. Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University; 2016. Pp. 827–829. EDN XAOYUX.

26. Cheban A.Y. Geohod for excavation of thin ore bodies with variable angle of incidence: improved design and technology of application. *Rational development of the subsoil*. 2020; 4:58–62. DOI: 10.26121/RON.2020.84.42.007. EDN TRSEOQ.

27. Ermakov A.N. Assessment of the required feed rate of the legal executive bodies of geohod. *Prospects for innovative development of Russia's coal regions: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference*. Prokopyevsk: Publishing house of the KuzSTU branch in Prokopyevsk; 2016. Pp. 237–240.

28. Ermakov A.N., Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Ananyev K.A. Review of existing solutions of executive bodies for the formation of channels beyond the production contours. *Mining information and Analytical Bulletin*. 2014; 12:20–24.

29. Khoreshok A.A., Ananyev K.A., Ermakov A.N. Determination of the rational number of cutters in the cutting lines of the drum executive bodies of geohouses. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2017; 3(121):110–116. EDN YYZIKN.

30. Rezanova E.V. Substantiation of the need to develop active executive bodies for the destruction of soft rocks. *Innovations in information technology, mechanical engineering and motor transport : proceedings of the*

International Scientific and Practical Conference. Kemerovo, November 29-30, 2017 / Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev; 2017. Pp. 385–387. EDN YMKXNU.

31. Alesina E.I. [et al.] Analysis of the strength of the geomedium when you move the geohod in the mountain range. *Fundamental and applied problems of mechanics, mathematics, Informatics : Collection of reports of all-Russian scientific-practical conference with international participation*. Perm, 26-28 may, 2015 / the Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Perm State National research University." Perm: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Perm State National Research University; 2015. Pp. 50–53. EDN UKGLXT.

32. Aksenov V.V., Chicherin I.V. The structure of the geohod management system. *Automation systems in education, science and production : Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference*. Novokuznetsk, December 14-16, 2017 / Siberian State Industrial University; Edited by S.M. Kulakov, L.P. Myshlyayev. Novokuznetsk: Siberian State Industrial University; 2017. Pp. 201–205. EDN YVURHD.

33. Blaschuk M.Y., Dronov A.A. Review of pivoting devices in mining and construction equipment in order to create a junction point for sections of a geohod. *Energy security of Russia. New approaches to the development of the coal industry : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Kemerovo, October 08-11, 2013 / Edited by V.I. Klishin, Z.R. Ismagilov, V.Y. Blumenstein, S.I. Protasov, G.P. Dubinin. Kemerovo: Without Publishing House; 2013. Pp. 97–100. EDN TBLLSJ.

34. Blaschuk M.Y., Efremkov A.B., Beglyakov V.Y. Geohods – a new class of mining equipment. *Modern technology and technology : Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young*. In 3 volumes, Tomsk, March 24-28, 2008. Volume 1. Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University; 2008. Pp. 240–242. EDN WGCILF.

© 2026 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Vladimir V. Aksenov – Doctor of Technical Sciences, Chief Scientific Officer of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" (650000, Russia, Kemerovo region, Kemerovo, Sovetsky Ave., 18), e-mail: 55vva42@mail.ru

Dmitry A. Pashkov – Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Scientific Center "Digital technologies", T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: pashkovda@kuzstu.ru ; <https://orcid.org/0000-0001-5894-4897>, AuthorID: 804094

Ilya D. Myagkikh – lecturer, T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, branch in Prokopyevsk (653039, Russia, Prokopyevsk, Nogradskaya str., 19a), e-mail: cliomineng06@gmail.com

Yuri A. Romanov – lecturer, T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, branch in Prokopyevsk (653039, Russia, Prokopyevsk, Nogradskaya str., 19a), e-mail: run007@mail.ru

Contribution of the authors:

Vladimir V. Aksenov – setting the research task.

Dmitry A. Pashkov – scientific management.

Ilya D. Myagkikh – conceptualization of the research; data collection and analysis; conclusions; writing the text.

Yuri A. Romanov – review of relevant literature.

Authors have read and approved the final manuscript.

