

УДК 656.078

Анализ технико-экономических показателей транспортных систем горнообогатительных комплексов

Канд. экон. наук **Трейман М.Г.**

Копанская А.А. pink_krevedko@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
Высшая школа технологии и энергетики
198085, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д. 4

Предметом статьи являются транспортные системы горнодобывающих комбинатов и изучение их технико-экономических показателей. Выделены основные технологические процессы добычи и транспортировки руды, такие как подготовка горной массы к выемке, погрузка горной массы, ее транспортировка, отвалообразование и транспортировка отходов обогатительной фабрики. Дана краткая характеристика данных процессов и описаны применяемые средства механизации, составляющие в целом транспортную систему предприятий. В статье рассмотрены семь горноперерабатывающих предприятий, специализирующихся на добыче железистых и железосодержащих руд, мощностью от 13 до 58 млн.т/год. Проведен их сравнительный анализ по объемам добываемой руды и вскрыши, потерям руды, объемам буровых работ, объемам и видам транспортировки руды из забоев; проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей основных видов техники: экскаваторов, карьерных автосамосвалов, железнодорожного транспорта. По результатам анализа сделан вывод, что многие показатели горнодобывающего комплекса зависят прежде всего от горно-геологических условий залегания природных ископаемых и их местоположения. Эти же условия диктуют создание оптимальной и уникальной транспортной системы для каждого месторождения в отдельности. В заключение обозначены меры по улучшению транспортных систем, выделенные в следующие пункты: замена устаревшего оборудования и технологий, цифровизация производства, финансовые вложения, экологизация транспорта, применение государственного регулирования, решения кадрового вопроса.

Ключевые слова: горнодобывающая деятельность, экономические показатели, анализ технико-экономических показателей, ГОК.

DOI: 10.17586/2310-1172-2020-13-4-17-28

Analysis of technical and economic indicators of transport systems mining and processing complexes

Ph.D. **Treyman M.G.**

Kopanskaj A.A. pink_krevedko@mail.ru

St. Petersburg state University of industrial technologies and design
Higher school of technology and energy
198085, Russia, St. Petersburg, Ivan Chernykh str. 4

The subject of the article is the transport systems of mining plants and the study of their technical and economic indicators. The main technological processes of ore extraction and transportation are highlighted, such as preparation of rock mass for excavation, loading of rock mass, its transportation, dump formation and transportation of processing plant waste. A brief description of these processes is given and the applied means of mechanization that make up the entire transport system of enterprises are described. The article deals with seven mining enterprises specializing in the extraction of ferrous and iron-containing ores, with a capacity from 13 to 58 million tons / year. A comparative analysis of the volumes of extracted ore and overburden, ore losses, drilling volumes, volumes and types of ore transportation from the faces was carried out; a comparative analysis of the technical and economic indicators of the main types of equipment: excavators, dump trucks, railway transport. Based on the results of the analysis, it is concluded that many indicators of the mining complex depend primarily on the mining and geological conditions of natural resources and their location. These conditions also dictate the creation of an optimal and unique transport system for each field separately. In conclusion, measures to improve transport systems are outlined, highlighted in the

following points: replacement of outdated equipment and technologies, digitalization of production, financial investments, greening of transport, application of state regulation, solutions to the personnel issue.

Keywords: mining activity, economic indicators, analysis of technical and economic indicators, GOK.

Введение

Горнодобывающая отрасль относится к первичному сектору экономики и занимается разведкой, добычей и обработкой полезных ископаемых до полуфабрикатов, которые являются сырьем для других отраслей экономики. В соответствии с данными Росстата по итогу 2019 года, в России отмечен рост добычи металлических руд на 3,4%, в целом по отрасли рост добычи полезных ископаемых составил 3,1%. Это связано с индустриализацией и развитием новых тенденций производств. Так, например, развитие рынка электромобилей рождает спрос на литий, графит, никель, кобальт и ряд других редких металлов. [1] В целом прогнозируется увеличение доли минерально-сырьевого сектора в экономике страны. Это делает деятельность горнообогатительных комплексов (ГОК) крайне важной. Главной особенностью ГОКов является зависимость расположения их производственных мощностей от местоположения природных ресурсов, что создает трудности в организации производственного процесса и дополнительные издержки при транспортировке конечного продукта до потребителей. Горно-геологические условия залегания руды, ее процентное содержание, состав и другие характеристики природного сырья оказывают значительное влияние на выбор технологии и организации производственных процессов.

Транспортная система ГОКов

Производственную деятельность ГОКов можно разбить на несколько этапов и выделить процесс добычи и процесс обогащения руды. В зависимости от вида твердых полезных ископаемых добычу можно осуществлять открытым, подземным или открыто-подземным способом. При открытом способе разработки процесс выемки руды происходит в открытых горных выработках, которые называются карьеры. По сравнению с подземной или шахтной добычей такой метод позволяет осуществлять более качественное извлечение полезных ископаемых, достичь большую производительность и мощность предприятия. При открытых разработках используется большое количество специализированной техники, выбор видов и ее технологических характеристик которых будет зависеть от природных, технологических, технических, экономических факторов. В табл. 1 представлены основные технологические процессы, их описание и применяемые средства механизации. [2]

Таблица 1

Характеристика технологических процессов открытых горных работ [3,4]

Технологический процесс	Описание технологического процесса	Средства механизации
Подготовка горных пород к выемке	Подготовка горных пород представляет собой отделение горной руды от массива и ее рыхления. При добычи твердых полезных ископаемых чаще всего применяется буровзрывные методы.	1. карьерные буровые станки
Погрузка горной массы	Представляет из себя процесс погрузки взрыхленной горной руды в транспортные средства, предназначенные для дальнейшего транспортирования.	1. экскаваторы 2. погрузчики 3. роторные комплексы
Транспортирование горной массы	Транспортирование горной массы представляет процесс перевозки горной массы из забоев до промышленной площадки или отвалов.	1. самосвалы 2. железнодорожный транспорт 3. скиповые подъемники 4. конвейер 5. подвесные канатные дороги

Отвалообразование	<p>Процесс отвалообразования представляет складирование вскрышных пород в специальные искусственные насыпи – отвалы</p> <p>Процесс отвалообразования включает в себя следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. возведение первоначальных насыпей; 2. разгрузка и складирование вскрышных пород; 3. планировка поверхности отвала и перемещения транспортных средств по нему. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. думпкары 2. абзетцеры 3. бульдозеры 4. экскаваторы 5. конвейеры
Транспортировка отходов обогатительных фабрик	<p>Отходы обогатительных фабрик могут поступать в жидком виде на специализированный полигон – хвостохранилище, в твердом виде на полигоны «твердых» отходов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. гидротранспорт 2. конвейеры 3. автосамосвалы

Следует отметить, что перечень основных технологических процессов для всех ГОКов будет одинаковым, но выбор методов механизации может существенно отличаться, прежде всего в зависимости от местоположения и условий залеганий полезного ископаемого.

Для характеристики транспортной системы ГОКов выбраны предприятия, добывающие железнорудную и железосодержащую руду открытым способом мощностью от 13 до 58 млн.т/год. Выпускаемой продукцией ГОКов являются железнорудовые окатыши, железнорудовый концентрат и железная руда [5].

Анализ технико-экономических показателей транспортных систем ГОК

Одним из важных показателей для предприятий по горнодобыче является среднегодовая мощность предприятия, характеризующая количество продукции, производимое предприятием в единицу времени при нормативном использовании производственных мощностей и соблюдении установленного режима работы в соответствии с разработанной технологией. Особенностью горнодобывающих предприятий является зависимость проектируемой мощности от величины запасов полезных ископаемых, их горно-геологических условий залегания и ограничена объемами спроса на продукцию, возможностями технологии добычи.

Сопоставление по показателю «среднегодовая мощность» представлена на рис. 1.

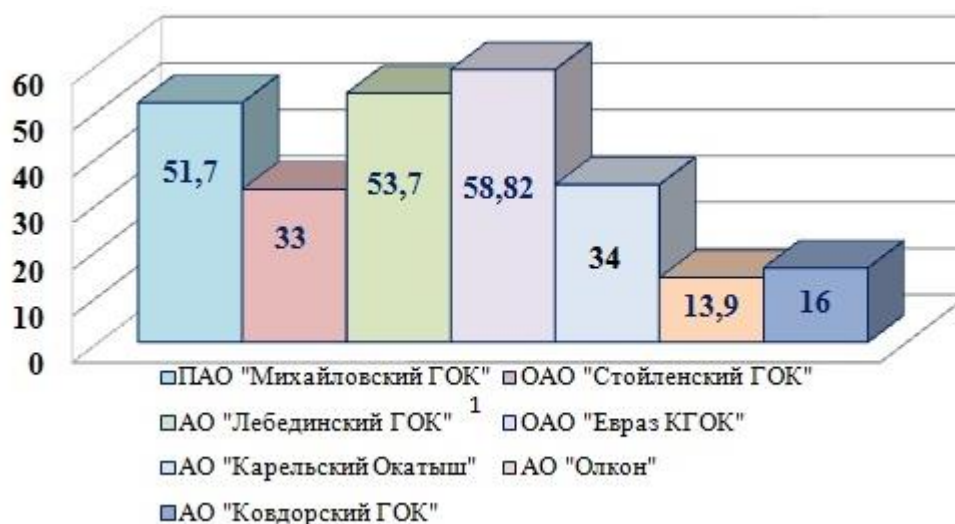


Рис. 1. Среднегодовая мощность горных предприятий, млн.т

Объемы вынутых горных пород учитываются отдельно по вскрыше и добыче. При годовой производительности карьера выше 1 млн.т применяют взвешивающие устройства для учета добытых полезных ископаемых и вскрыше. При сравнении графиков на рис.1 и рис.2 можно отметить, объемы добычи не пропорциональны мощности предприятий, так при минимальной годовой производительности в 13,9 млн.т руды «Олкон» имеет наибольший объемы добычи горной массы в 43380 тыс. м³, в то время как ОАО «Евраз КГОК» с максимальной мощностью 58,82 млн.т добывает горной породы на четверть меньше. Такая разница объясняется различным процентным содержанием железа в природных пластах, так рентабельной считается добыча руды содержащая не меньше 26% железа.

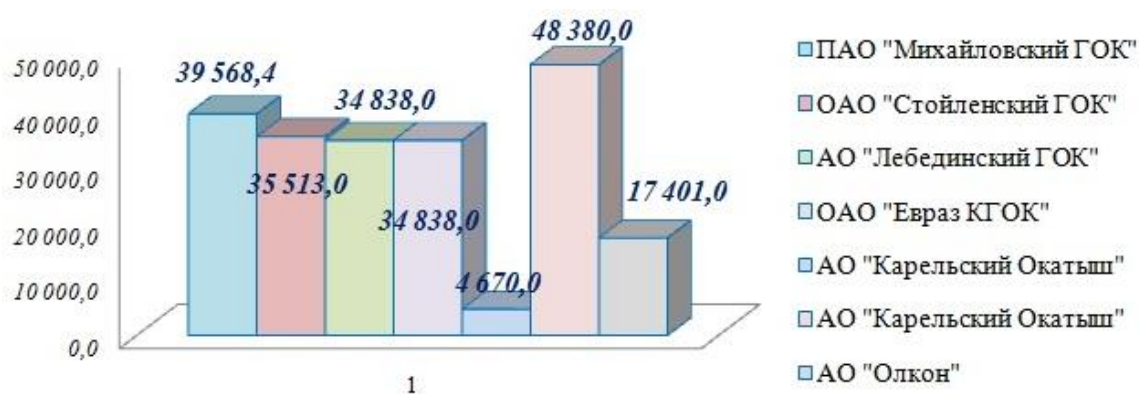


Рис. 2. Добыча горной массы в разбивке по предприятиям горнообогатительного комплекса, тыс.м³

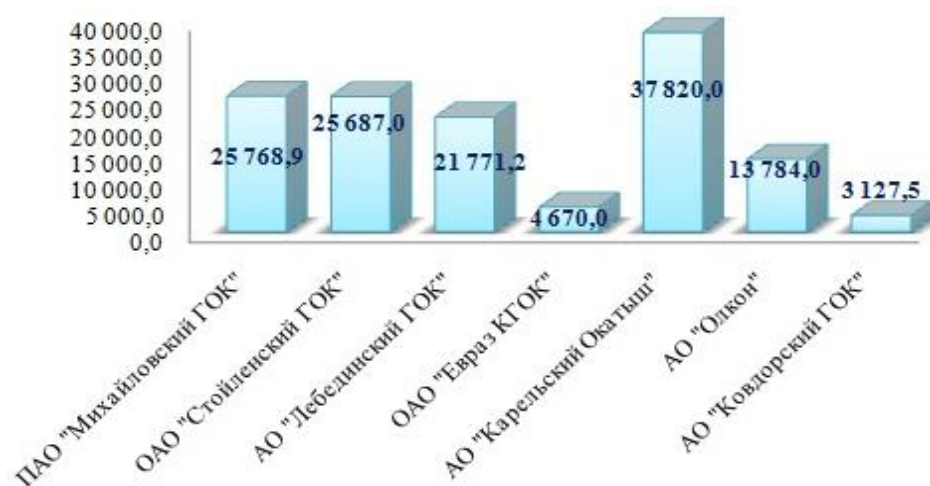


Рис. 3. Добыча вскрыши в разбивке по предприятиям горнообогатительного комплекса, тыс.м³

Добыча горной массы сопровождается вскрышными работами, которые представляют собой выемку, удаление и перемещение горных пород, покрывающих полезное ископаемое. Сравнение рис. 2 и рис. 3 показывает, что объемы вскрыши могут достигать объемов извлечения сырой руды, как в случае «Михайловский ГОК, «Стойленский ГОК» и «Лебединский ГОК», а иногда как в АО «Карельский Окамыш» значительно их превосходить. Такая разница объясняется различными горно-геологическими условиями залеганиями руды, в частности толщиной вскрышных пород.

Одним из значимых коэффициентов являются потери полезных ископаемых (рис.4). Под «потерями полезных» ископаемых понимают часть балансовых запасов, которые были либо не извлечены при разработке месторождения, либо были утеряны при транспортировке, либо вывезены с пустыми и вскрышными породами в отвалы [6].

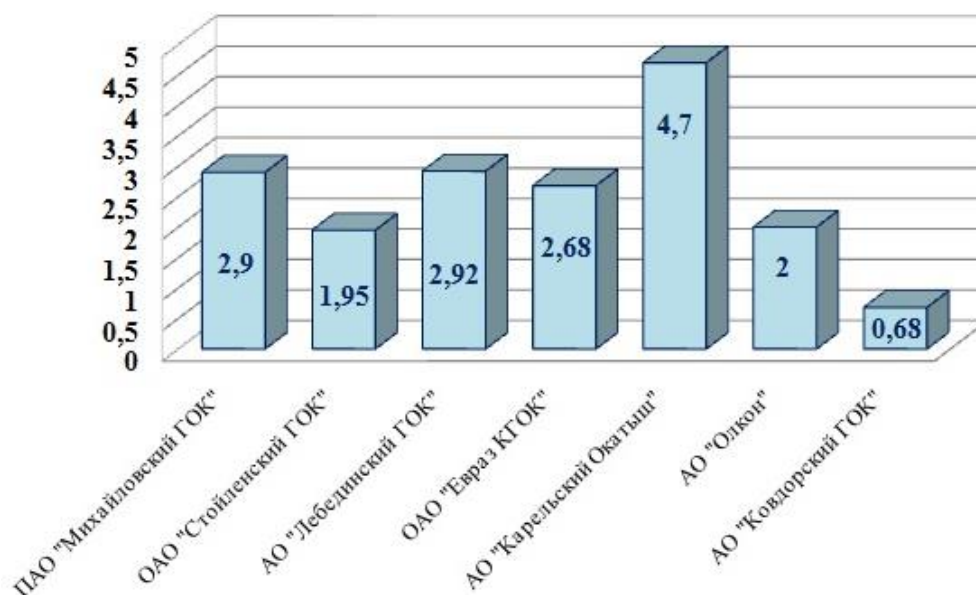


Рис.4. Потери полезного ископаемого по предприятиям горнообогатительного комплекса, %

В среднем для открытых разработок характерны потери в 2-3 %, но допускаются потери до 6 %. Повышение процента потерь может говорить как и о более сложных условиях залегания полезных ископаемых, сложном рельефе месторождения, так как и неправильно выбранной технологии производства и необходимости ее оптимизации.

Все вышеперечисленные характеристики крайне важны, так как позволяют оценить горно-геологические условия месторождения и выбрать эффективную схему добычи полезных ископаемых и подобрать оптимальные средства механизации и их характеристики.

Как уже описывалась выше, непосредственно сама добыча начинается с подготовки горных пород к выемке, которая осуществляется карьерными буровыми станками. На рис.5 приведены объемы бурения по различным предприятиям ГОК.

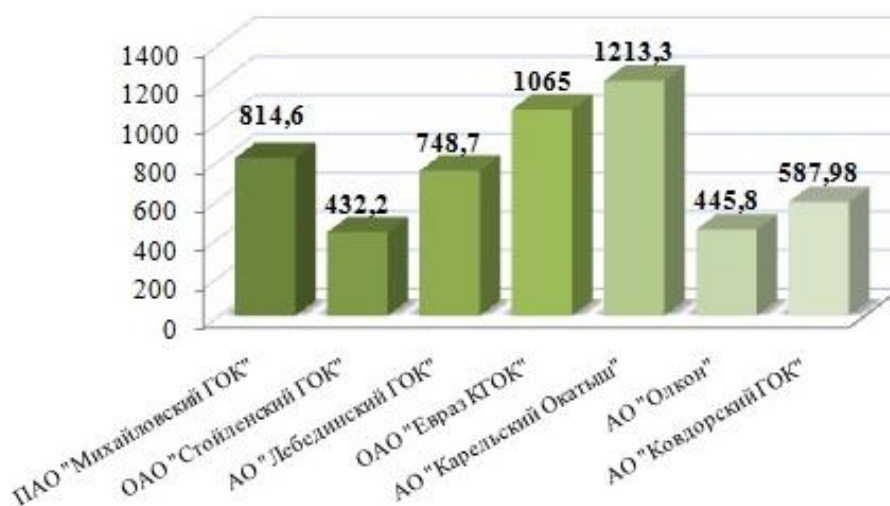


Рис. 5. Объемы бурения по предприятиям горнообогатительного комплекса, млн.м³

Объем бурения зависит от природных условий залегания руды, так АО «Карельский Окатыш» находящийся в Карели и имеющий преимущественно скальные породы имеет показатель 1213,3 млн м³, в то время как ОАО «Стойленский ГОК» находящийся на более благоприятных грунтах имеет объемы бурения 432,2 млн.м³.

Следующим этапом является погрузка полученной руды при помощи экскаваторов. Количество транспортной техники будет зависеть от выбранной транспортной схемы конкретно для каждого предприятия. Наиболее часто экскаваторы работают на забоях и на перегрузках в паре экскаватор-самосвал, но

также применяются при погрузке руды при конвейерном транспортировании, в думкары или подъемники. Экскаваторы также применяются при отвалообразовании, если оно не формируется насыпным способом при помощи специальных конвейерных лент. [7]

На рис.6. представлено среднесписочное количество экскаваторов, по которому видно распределение количества техники в зависимости от вида работ. Наибольший объемы работ приходятся на забойные и перегрузочные работы как наиболее важные технологические операции при добычи полезных ископаемых. На рис. 7 представлены объемы работ в разбивке по видам деятельности. При сравнении графиков на рис. 6 и 7, можно заметить, что объемы работы в забое выше, чем при осуществлении других работ. Так например, АО «Карельский Окамыш» при примерно одинаковом количестве работающих экскаваторов на забое и перегрузках (23 и 21 ед. соответственно) имеет объемы работ 9,7 и 48,38 млн. м³.

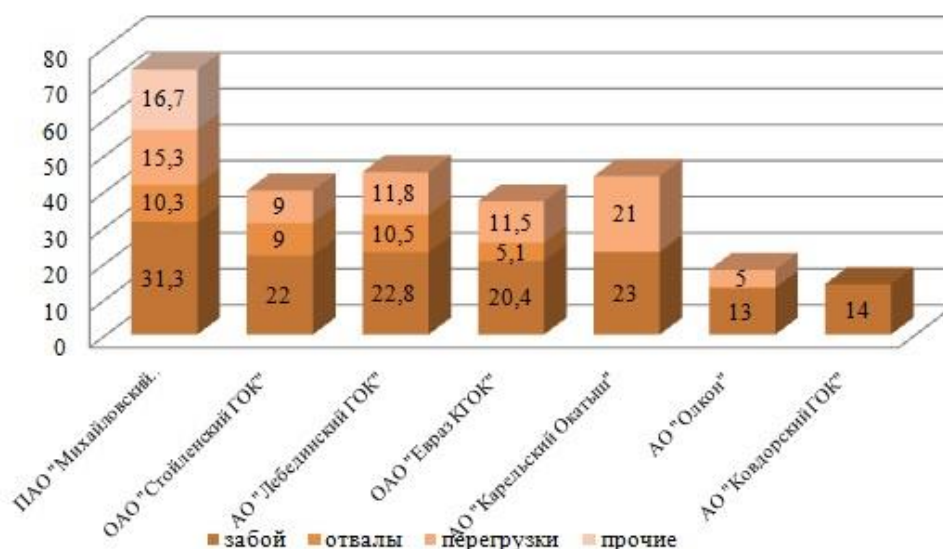


Рис. 6. Среднесписочное количество экскаваторов по видам работ, ед

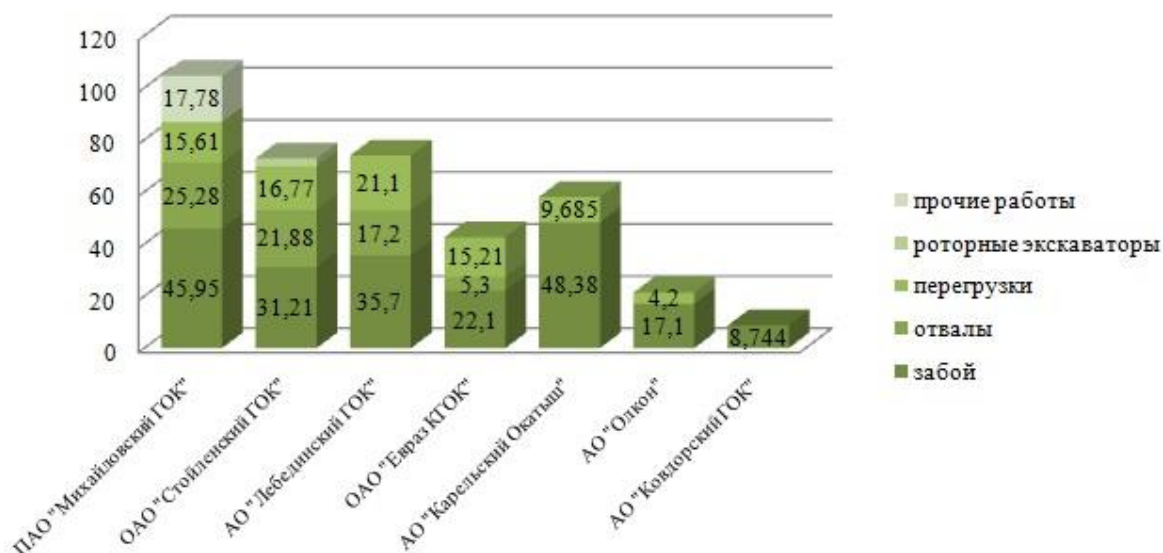


Рис. 7. Объемы экскаваторных работ по видам работ, млн м³

Схема транспортировки и выбор транспортных средств для перевозки добытой горной массы, вскрышных и пустых пород зависит прежде всего от геологических особенностей месторождения. При достаточно крупных объемах добычи и пологого расположения дна карьера совместно с автомобильным транспортом часто применяют ж/д. транспортирование руды, например, такая комбинированная схема используется на ПАО «Михайловский ГОК, ОАО «Стойленский ГОК» и АО «Лебединский ГОК». На рис. 8 отображены объемы перевозок горной массы из забоев различными видами транспорта. [8, 9]

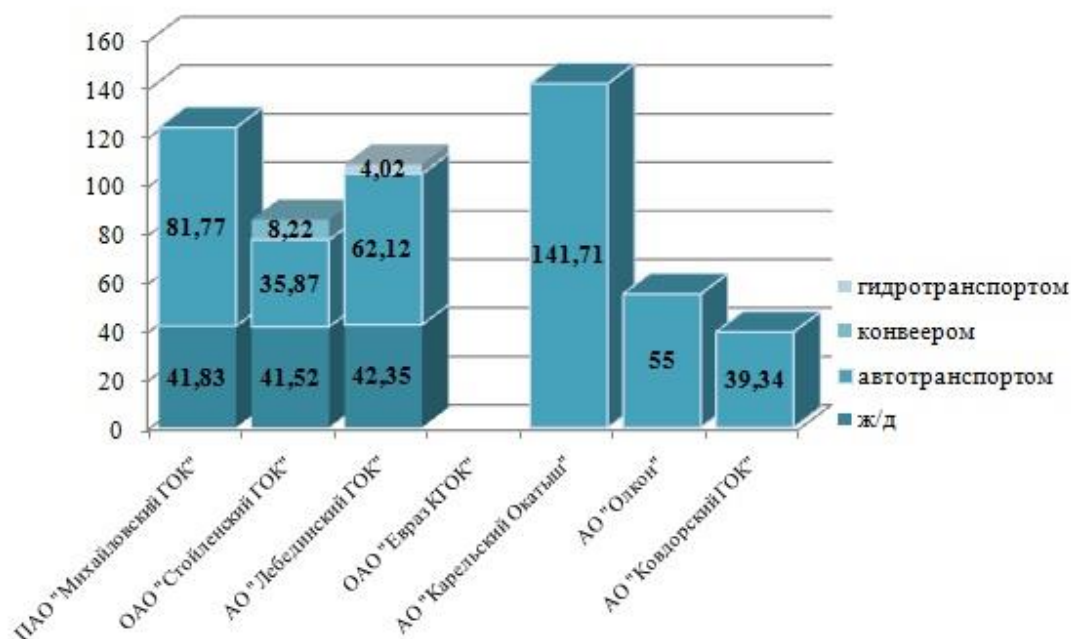


Рис. 8. Объемы перевозок горной массы по предприятиям горнообогатительного комплекса, млн.м³

Как видно из рис. 8 наиболее распространенным методом транспортировки является перевозка горной массы автосамосвалами.

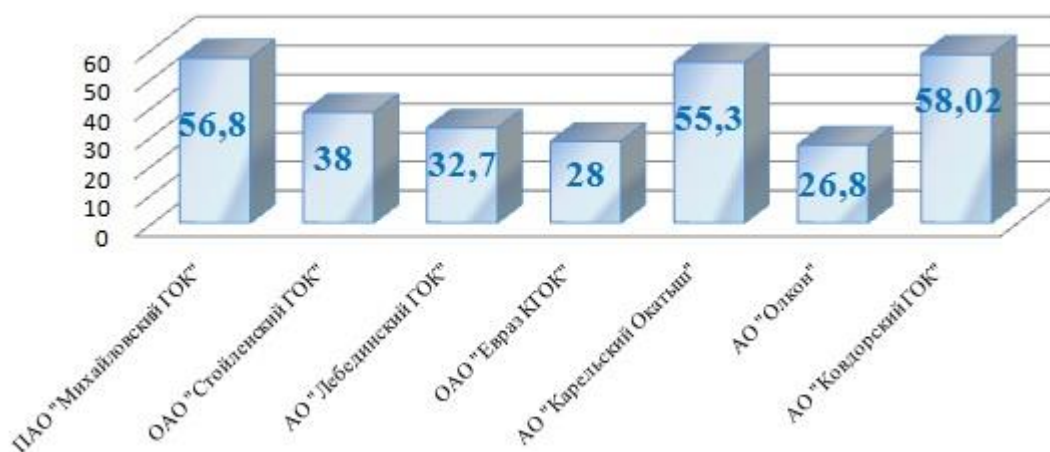


Рис. 9. Среднестатистическое количество автосамосвалов по предприятиям горнообогатительного комплекса, ед.

Наибольший интерес, здесь представляет, что при достаточно небольших объемах перевозок 39,34 млн м³ Ковдорский ГОК обладает самым большим парком автосамосвалов, при этом АО «Карельский Окамыш» при объемах перевозок 141,71 млн.м³ имеет на 3 автосамосвала меньше. Это может говорить о неэффективном использовании автотранспорта или ее устаревании на АО «Ковдорский ГОК».

Одними из технических показателей являются средняя грузоподъемность автосамосвалов и средневзвешенное расстояние перевозок, показанные на рис.10 и рис. 11.

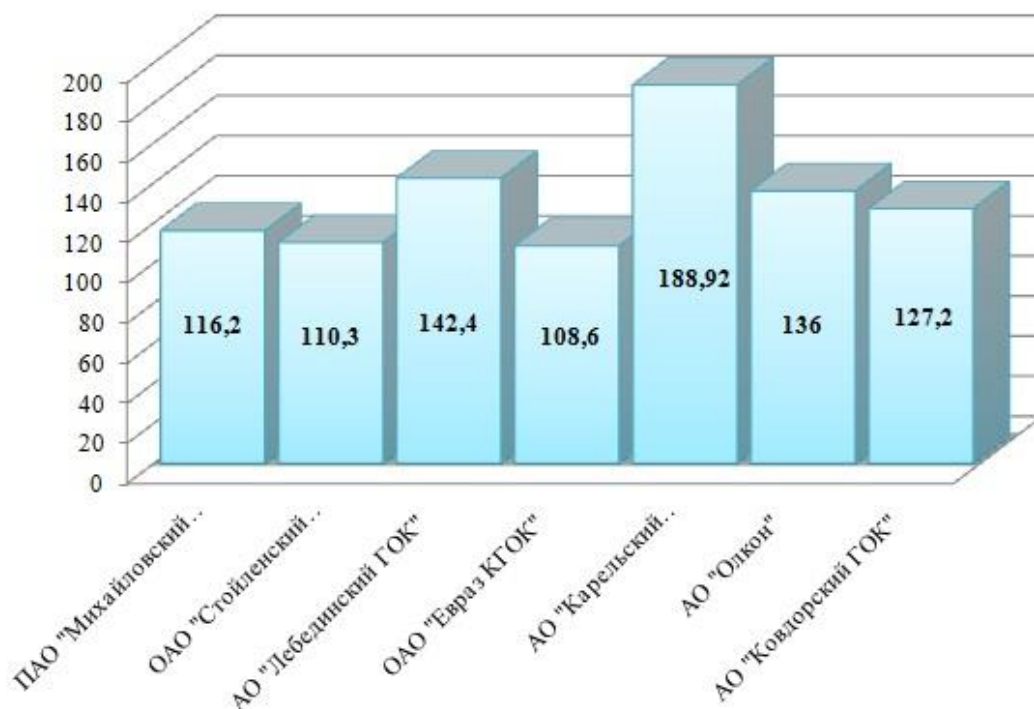


Рис. 10. Средняя грузоподъемность автосамосвала, т

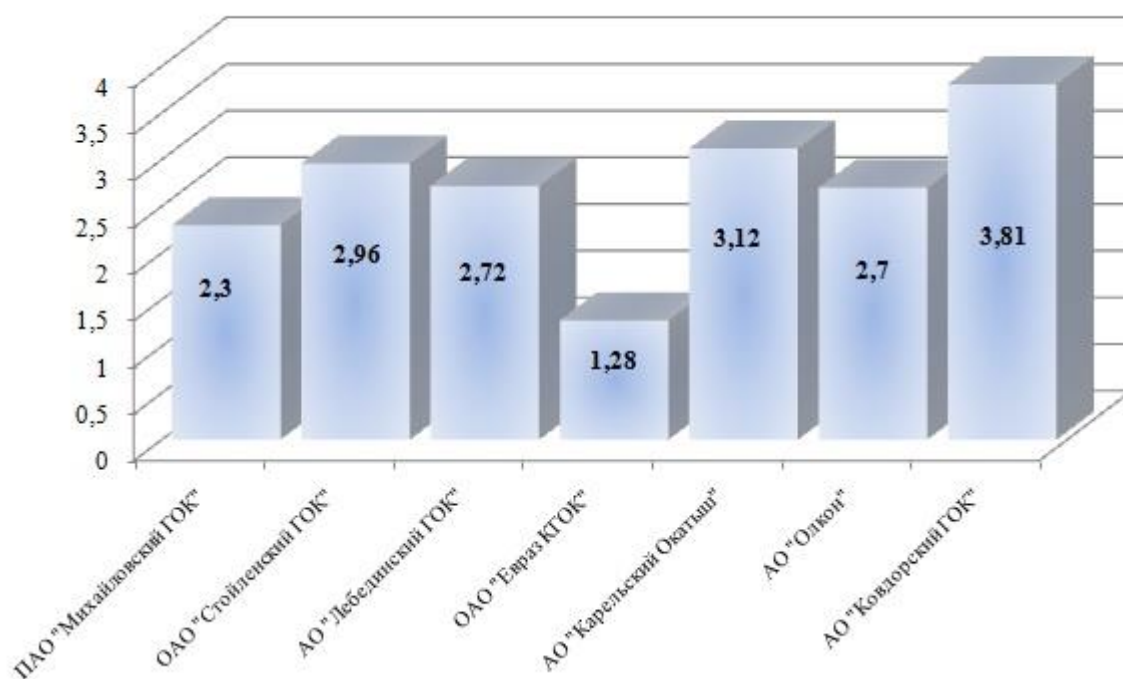


Рис. 11. Средневзвешенное расстояние, км

Как видно, из графика на рис. 10, предприятия выбирают автосамосвалы с 110 до 140 т, кроме АО «Карельский Окамыш», имеющий среднюю грузоподъемность 188,92 т.

Среднее расстояние, которое проходят самосвалы, варьируется в среднем от 2 до 4 км, предприятия, которые используют альтернативные способы транспортировки горной массы, например ОАО «Стойленский ГОК» или АО «Михайловский ГОК» или АО «Лебединский ГОК», использующие также железнодорожный транспорт, имеют этот показатель ниже, чем предприятия, которые используют только автотранспортную перевозку руды.

Использование железнодорожного транспорта позволяет перевозить руду не только из забоя в места перегрузок или в отвалы, но также транспортировать готовую продукцию от обогатительной фабрики до складов хранения или мест погрузки и отправки готового концентрата покупателю.

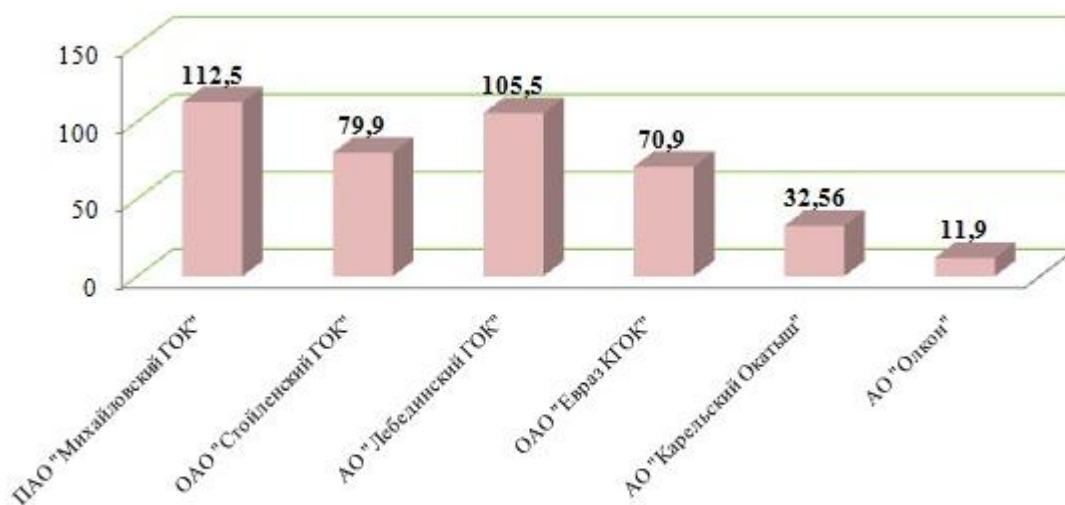


Рис. 12. Объемы перевозок руды и концентрата железнодорожным транспортом, млн м³

АО «Карельский Окатыш» и АО «Олкон» используют железнодорожный транспорт только для транспортирования готовой продукции, поэтому обладает небольшими объемами перевозок 32,56 и 11,9 млн.т соответственно, в отличие от предприятий, которые используют ж/д транспорт более комплексно. [10]

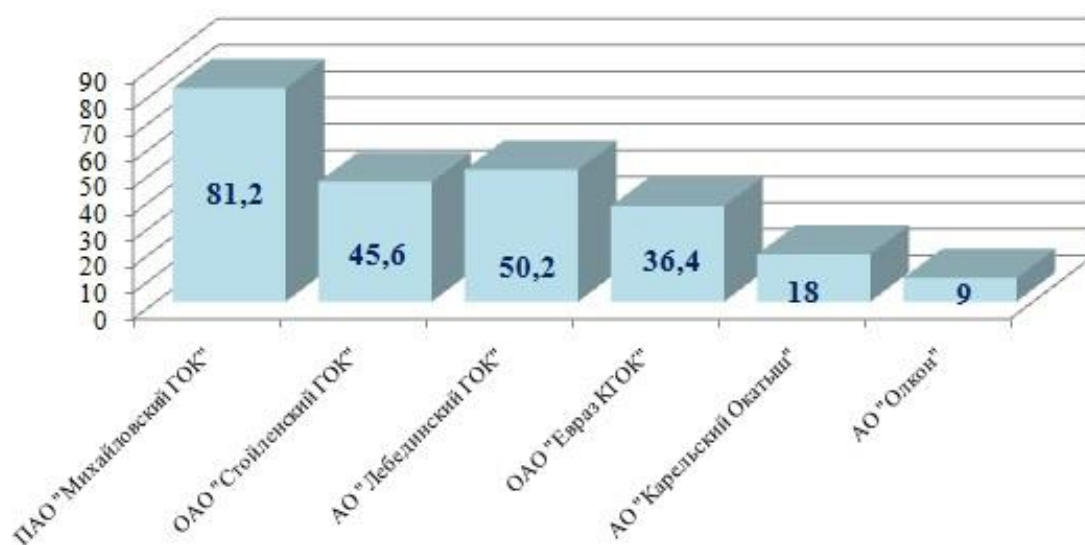


Рис. 13. Среднесписочное число локомотивов, ед

Соответственно, среднесписочное количество локомотивов будет зависеть от объемов перевозок, но необходимо отметить, что при почти одинаковых объемах транспортировки руды у ПАО «Михайловский ГОК» и АО «Лебединский ГОК» - 112,5 млн.т и 105,5 млн.т, количество ж/д локомотивов отличается больше чем на треть.

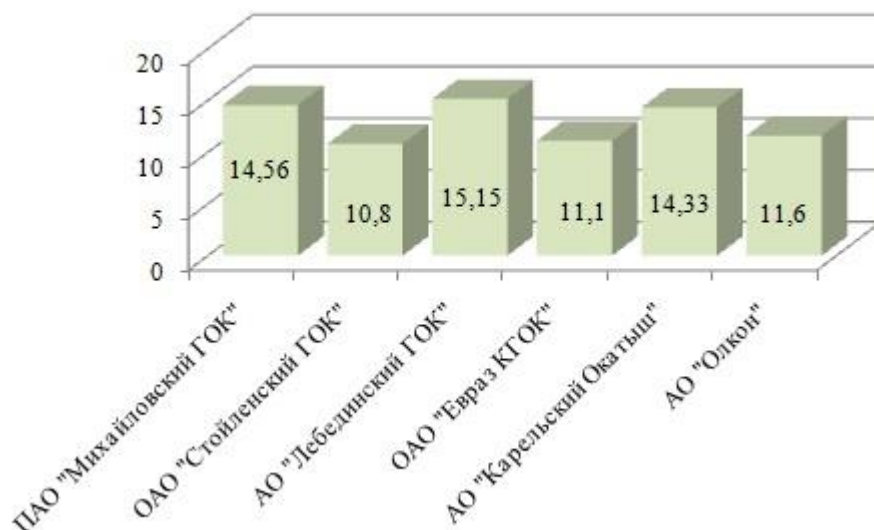


Рис. 14. Средневзвешенное расстояние ж/д транспорта, км

Несмотря на то, что задачи ж/д транспорта на разных предприятиях могут различаться, среднепроходимое расстояние составляет в пределах 10-15 км. Это показатель зависит от размеров ГОКа, расстояния между отдельными объектами, размерами карьера.

Ряд предприятий имеют схожие черты. Так АО «Ковдоский ГОК», АО «Олкон», АО «Карельский Окагыш» имеют достаточно большие объемы бурения при более низкой мощности предприятия, используют только транспортировку вскрыши и руды автосамосвалами. Это объясняется тем, что они расположены в Мурманской области и имеют сходные горно-геологические условия добычи. Скальные породы не позволяют использовать ж/д транспорт при перевозке руды из забоев. ПАО «Михайловский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК» и АО «Лебединский ГОК» расположены в центральной России и их местоположение позволяет использовать комплексные методы добычи и транспортировки, так все эти предприятия применяют ж/д транспорт при перевозке руды из забоев, а «Стойленский ГОК» и АО «Лебединский ГОК» также применяют конвейерный транспорт и гидротранспорт.

Заключение

Анализ транспортной системы горнообогатительных предприятий отражает, что многие показатели горнодобывающего комплекса зависят прежде всего от горно-геологических условий залегания природных ископаемых и их местоположения. Эти же условия диктуют создание оптимальной и уникальной транспортной системы для каждого месторождения в каждом случае индивидуально, но можно выделить ряд мер, которые позволят улучшить технико-экономические показатели в целом в отрасли:

1. Замена устаревшего оборудования и технологий: прежде всего, это внедрение беспилотной горной техники, масштабное техническое перевооружение, использование инновационного промышленного оборудования.

2. Цифровизация производства: автоматизация и диспетчеризация транспортных и производственных процессов; использование цифровых двойников; роботизация процессов в сложных природных условиях, применение искусственного интеллекта в логистике, использование технологий «компьютерного зрения» [11, 12].

3. Финансовые вложения: применение методов государственно-частного партнерства для стимулирования развития промышленного комплекса.

4. Экологизация транспортных средств: использование непрерывных видов транспорта (конвейерный, гидравлический, канатные дороги), применение транспорта с гибридным двигателем, переход на топливо и горюче-смазочные материалы с улучшенными экологическими характеристиками, создание и использование альтернативных видов топлива [13, 14, 15].

5. Применение государственного регулирования: совершенствование законодательной базы в горной отрасли, введение эффективных программ субсидирования, направленных на модернизацию техники и оборудования; развитие и поддержка науки в области горной добычи; применение мер экономической

поддержки, стимулирующих более комплексную переработку сырья и применение экологических видов транспорта.

6. Кадровый вопрос: повышение уровня подготовки специалистов, применение современных методов и технологий в процессе обучения, создание и развитие корпоративных институтов повышения квалификации [16].

Литература

1. Обзор горнорудной промышленности России—[Электронный ресурс].Режим доступа: <https://www.vnedra.ru/obzor-rynka/gornorudnaya-promyshlennost-rossii-vozmozhnosti-i-perspektivy-razvitiya-10607/>(дата обращения 15.08.2020)
2. Ракишев Б.Р. Классификация технологических комплексов открытых горных работ //ГИАБ. – 2014 – № S1, с. 297-306.
3. Яковлев В.Л., Тарасова П.И., Журавлев А.Г., Фурин В.О., Ворошилов А.Г., Тарасов А.П., Февелев Е.В. Новый взгляд на карьерный автомобильный транспорт// Известия Вузов. Горный журнал.– 2011 – №6 – с.34-37.
4. Открытая разработка месторождений.– [Электронный ресурс].Режим доступа: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2697721 (дата обращения 15.08.2020)
5. Справочник: Техничко-экономические показатели горных предприятий за 2015 г// Екатеринбург: ИГДУрО РАН. – 2017.
6. Холодняков Д.Г., Аргимбаев К.Р., Ву Дык Туан, Старцева К.А. Потери и засорение полезного ископаемого при добыче его открытым способом // ГИАБ. -2015- №5 – с.135-139.
7. Ржевский В.В. Открытые горные работы.Ч. 2. – М.Недра – 1985.– 590с.
8. Михайловский ГОК – [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://www.metalloinvest.com>(дата обращения 15.08.2020)
9. Стойленский ГОК – [Электронный ресурс].Режим доступа: <https://sgok.nlmk.com/ru/> (дата обращения 15.08.2020)
10. Оленегорский горно-обогатительный комбинат– [Электронный ресурс].Режим доступа:<http://olenegorsk.ol-cbs.ru/page/olenegorskij-gorno-obogatitelnyj-kombinat>(дата обращения 15.08.2020)
11. Рыльников А.Г., Пыталев И.А. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли: технические решения и технологические вызовы//Известия ТулГУ.Науки о земле.–2020 – №1 – с.470-479.
12. Трубецкой К.Н., Пыталев И.А., Рыльников А.Г. Автоматизированные системы управления качеством рудопотоков на карьерах //Маркшейдерский вестник. – 2013 – №6, с. 5-10.
13. Контев В.Ю.Структурная оптимизация транспортных систем горнодобывающих предприятий//Проблемы современной науки и образования – 2016 – №3, с.121-123.
14. Чмыхалова С.В. Ресурсно-экологическая оценка автомобильного транспорта на горных предприятия // Транспорт на альтернативном топливе – 2012 – №2(26), с 40-44.
15. АО «ОГК ГРУПП» Как аутсорсинг сокращает расходы добывающих компаний [Электронный ресурс].Режим доступа:<https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/15017-ao-ogk-grupp-kak-autorsing-gornyx-rabot-sokrashchaet-raskhody-dobyvayushchikh-kompanij> (дата обращения 15.08.2020)
16. Роль государства в горной отрасли [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/13405-rol-gosudarstva-v-gornoj-promyshlennosti> (дата обращения 15.08.2020)

References

1. Review of the Russian mining industry- [Electronic resource].Access mode:<https://www.vnedra.ru/obzor-rynka/gornorudnaya-promyshlennost-rossii-vozmozhnosti-i-perspektivy-razvitiya-10607/>(date of access 15.08.2020)
2. Rakishev B. R. Classification of technological complexes of open mining operations // *GIAB*. - 2014-no. S1, p. 297-306.
3. Yakovlev V. L., Tarasov N. I., Zhuravlev A. G., Furin V. O., Voroshilov A. G., Tarasov A. P., Fevelev E. V. a New look at career automobile transport// *IzvestiyaVuzov. Gorny Zhurnal*. - 2011-no. 6-p. 34-37
4. Open – pit mining. –[Electronic resource].Access mode:https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/2697721 (accessed 15.08.2020)
5. Reference: Technical and economic indicators of mining enterprises for 2015 // *Yekaterinburg: Ijure wounds* .–2017
6. Kholodnyakov D. G., Argimbaev K. R. vu Duc Tuan, Startseva K. A. Losses and contamination of mineral resources during its open-pit mining// *GIAB*. - 2015-no. 5-p. 135-139.
7. Rzhovsky V. V. open mining works part 2.–M.Nedra-1985. – 590s.
8. Mikhailovsky GOK- [Electronic resource].Access mode: <http://www.metalloinvest.com>(accessed 15.08.2020)
9. Stoilensky GOK- [Electronic resource].Access mode: <https://sgok.nlmk.com/ru/> (accessed 15.08.2020)
10. Olenegorsk mining and processing plant- [Electronic resource].Access mode:<http://olenegorsk.ol-cbs.ru/page/olenegorskij-gorno-obogatitelnyj-kombinat>(accessed 15.08.2020)

11. Ryl'nikov A. G., Pytalev I. A. Digital transformation of the mining industry: technical solutions and technological challenges // *News OfTulsu.Earth Sciences*. - 2020-no. 1-p. 470-479
12. Trubetskoy K. N., Pytalev I. A., Ryl'nikov A. G. Automated quality management systems for ore flows in quarries// *Surveyor's Bulletin*. - 2013-no. 6, p. 5-10.
13. Koptev V. Yu. Structural optimization of transport systems of mining enterprises//*Problems of modern science and education* -2016-N. 3, p. 121-123.
14. Chmyhalova S.V. Resource and environmental assessment of road transport in mining enterprises//*Alternative fuel transport*. -2012-No. 2 (26), p.40-44.
15. JSC "OGK GROUP" as an outsourcer reduces the costs of mining companies [Electronic resource]. Access mode: <https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/15017-ao-ogk-grupp-kak-antsorsing-gornyykh-rabot-sokrashchaet-raskhody-dobyvayushchikh-kompanij> (accessed 15.08.2020)
16. The role of the state in the mining industry [Electronic resource]. Access mode: <https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/13405-rol-gosudarstva-v-gornoj-promyshlennosti> (accessed 15.08.2020)

Статья поступила в редакцию 22.10.2020 г