В.В. Олизаренко (Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова, Магнитогорск, Российская Федерация),
А.А. Зубков, А.Б. Аллабердин, К.В. Вахдаев (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация),
М.В. Лаптев (ПАО «Гайский горнообогатительный комбинат», г. Гай, Оренбургская область, Российская Федерация)

РИСКИ ПРОЕКТА «УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДОСТАВКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ШАХТУ»

Vladimir V. Olizarenko (Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russian Federation),
Artem A. Zubkov, Azamat B. Allaberdin, Konstantin V. Vazhdaev (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation),
Mikhail V. Laptev (Gaisky Mining and Processing Plant, Gai, Orenburg Region, Russian Federation)

RISKS OF THE PROJECT «MANAGEMENT SOLUTIONS FOR DIESEL FUEL DELIVERY TO THE MINES»

Введение

Объекты доставки дизельного топлива на глубокие горизонты подземных рудников являются опасными промышленными объектами, и риски аварийных ситуаций возможны на любой стадии эксплуатации и с любым видом комплектующих самоходных машин, специальных вагонеток и трубопроводов в буровых скважинах.

Цели и задачи

Целью работы является оценка возможных рисков с объектами доставки дизельного топлива на глубокие горизонты подземного рудника в проекте «Управленческие решения по доставке дизельного топлива в шахту» на Гайском подземном руднике.

Результаты

Выполнена оценка рисков проекта Управленческие решения доставки дизельного топлива в шахту в специальных вагонетках и по трубопроводу в буровой обсадной скважине.

Background

The facilities for the delivery of diesel fuel to the deep horizons of underground mines are hazardous industrial facilities, and risks of emergency situations are possible at any stage of operation and with any type of components for self-propelled vehicles, special trolleys and pipelines in boreholes.

Aims and Objectives

The aim of the work is to assess possible risks with the objects of diesel fuel delivery to the deep horizons of an underground mine in the project «Management decisions for the delivery of diesel fuel to the mine» at the Gayskoye underground mine.

Results

The project risks were assessed. Management solutions for the delivery of diesel fuel to the mine in special trolleys and through a pipeline in the borehole.

Управленческие решения оценены как безопасные и эффективные объекты доставки дизельного топлива по сравнению с топливозаправщиками при освоении глубоких месторождений. Оценка выполнена в соответствии с Уставом проекта и составом работ по карточке проекта с использованием методик экспертных оценок матричным, ранговым, последовательным и совмещенным способами расчета рисков.

Management decisions were assessed as safe and efficient diesel fuel delivery facilities in comparison with refuelers in the development of deep fields. The assessment was carried out in accordance with the Charter of the project and the scope of work on the project card using the methods of expert assessments by matrix, rank, sequential and combined methods of calculating risks.

Ключевые слова: подземный рудник; съезд; глубокий горизонт; топливо; самоходная машина; топливозаправщик; доставка; скважина; вагонетка

Keywords: underground mine; congress; deep horizon; fuel; self-propelled car; fuel tanker; delivery; well; trolley

Актуальность проекта доставки дизельного топлива (ДТ) [1, 2] обоснована понижением горных работ при добыче медноколчеданных руд на глубоких горизонтах (глубина подземного рудника $H_{пр} = 1490$ м) Гайского подземного рудника (ПР) [3] с доставкой дизельного топлива по наклонному съезду (расстояние транспортирования $L_c > 10$ км) [4] топливозаправщиками с подтвержденными расчетами параметров доставки ДТ (рисунок 1, б - 1, д) [1, 2]), но без учета рисков с объектами доставки в условиях эксплуатации.

Аналогично доставка ДТ выполняется топливозаправщиками (ТЗ) на глубоких рудниках: Учалинском ($H_{пр} = 770$ м), Узельгинском ($H_{пр} = 650$ м), Ново-Учалинском ($H_{пр} = 1200$ м) [5], Сибайском ($H_{пр} = 1000$ м) ПАО «Учалинский ГОК» и Юбилейном ($H_{пр} = 1200$ м) ПР Южного Урала.

При добыче медно-никелевых руд на глубоких горизонтах рудников-аналогов: Скалистый ($H_{пр} = 2005$ м) и Октябрьский ($H_{пр} = 800$ м), Таймырский ($H_{пр} = 1700$ м) и Комсомольский ($H_{пр} = 722$ м, $L_{гор.выр.} = 450$ км), Заполярный ($H_{пр} = 1500$ м, $L_{гор.выр.} = 41$ км) ОАО «Норникель» [6] и на Николаевском руднике ($H_{пр} = 900-1100$ м) ТОО «Казмыс» РК [7] доставка ДТ выполняется в специальных

вагонетках и по трубопроводу, проложенному в буровой обсадной скважине.

На всех подземных рудниках при увеличении объемов добычи руд до 6 и более 10 млн т/год (рисунок 1 [1]) потребности в ДТ самоходными машинами с двигателями внутреннего сгорания составляют до 10 т/сут и более.

Все перечисленные объекты доставки ДТ на глубокие горизонты подземных рудников (рисунок 1) сами по себе являются опасными промышленными объектами [8], и риски аварийных ситуаций возможны на любой стадии эксплуатации и с любым видом комплектующих самоходных машин, специальных вагонеток и трубопроводов в буровых скважинах, также на Гайском ПР с выполненным обоснованием параметров и управлением проектом доставки с учетом расчетных рисков.

Оценки возможных рисков с объектами доставки ДТ на глубокие горизонты ПР в проекте «Управленческие решения по доставке дизельного топлива в шахту» на Гайском ПР выполнены по «Уставу проекта» и составу работ по карточке проекта (таблица 1) с использованием методик экспертных оценок матричным, ранговым, последовательным и совмещенным способами расчета рисков [2, 9].

Рисунок 1. Логистическая транспортная (а) и структурные технологические схемы доставки ДТ на глубокие горизонты работы самоходных машин подземных рудников: топливозаправщиками по наклонному съезду (б); по трубопроводу, проложенному в буровой обсадной скважине (в); в специальных вагонетках в клетях клетьевого ствола (г); комбинированный вариант «топливо-заправщик - скважина» (д)

Таблица 1. Карточка проекта

Название проекта	Оценка рисков проекта «Разработка технологических схем и управленческих решений по доставке ДТ в шахту» методами экспертных статистических исследований
Цель	Внедрить оптимальную технологическую схему доставки ДТ на ПР ПАО «Гайский ГОК» с учетом рисков проекта.
Задача проекта	Разработать управленческие решения по доставке ДТ в шахту с целью снижения затрат до 20 % и учетом рисков проекта.
Показатель	Снижение затрат на доставку ДТ в шахту
Обоснование	<i>Проблемы:</i> длительное время и высокие стоимостные затраты на доставку ДТ, большой парк дорогих ТЗ, зависимость от условий. <i>Возможности:</i> наличие инфраструктура для спуска ДТ в вагонетках в клетки по стволу и по трубопроводу в скважине.
Результат / «продукт»	Обоснование оптимальной технологической схемы доставки ДТ в шахту для условий Гайского ПР с достижением заявленного эффекта по одной из конкурирующих схем 1-4.
Потребители результата / «продукта»	Дирекция ПАО «Гайский ГОК» - снижение себестоимости. Начальники ПР, ШСУ и участков ПР - сокращение количества ТЗ, времени на доставку ДТ, стабильность работы. Машинисты ПДМ и СМ - стабильность работы и зарплаты.
Стоимость способа доставки ДТ	Ориентировочно капитальные затраты - 5 млн руб. (вариант1) - доставки ДТ в специальных вагонетках в клетки клетьевого ствола. Ориентировочно капитальные затраты - 43 млн руб. (вариант 2) - доставки ДТ по трубопроводу в буровой обсадной скважине.
Экономический эффект	От 40 млн до 50 млн руб., за счет сокращения количества ТЗ и оборудования на эксплуатационные расходы по статье ДТ.

Использование методик экспертных оценок рисков доставки ДТ включает следующие этапы.

1. *Определение минимального количества экспертов* - практиков горного производства и работников вузов горного профиля N_3 выполняется по эмпирической формуле [9]

$$N_3 = 0.5[(3/\mathcal{K}) + 5], \quad (1)$$

где $\mathcal{K}$ - возможная ошибка результатов экспертизы ($0 < \mathcal{K} < 1$).

Принимая рекомендуемые граничные значения $\mathcal{K}$, определяется необходимое количество экспертов - практиков горного производства или работников вузов горного профиля по формуле (1):

$$\begin{aligned} N_3 &= 0.5[(3/0) + 5] \approx 3; \\ N_3 &= 0.5[(3/0.5) + 5] \approx 6 \\ \text{и } N_3 &= 0.5[(3/1) + 5] = 4. \end{aligned}$$

Следовательно, количество экспертов по формуле (1) составляет 3-6 членов с уточнением, чем больше экспертов участвуют в оценке рисков, тем точнее будет полученный результат [9].

Подбор конкретных экспертов из предлагаемых экспертов-практиков горного производства.

Всех выбираемых потенциальных экспертов, практиков или работников вузов горного профиля в зависимости от их качества и компетенции рекомендуется классифицировать по классам:

- 1 - очень высокий,
- 2 - высокий,
- 3 - выше среднего (рекомендуемые),
- 4 - средний,
- 5 - ниже среднего.

Форма сбора оценок (мнений) экспертов - анкетирование. При анкетировании экспертов очень важно правильно, просто, однозначно, кратко, но с необходимой полнотой сформулировать вопросы в анкетах с указанием, что конкретно требуется от эксперта-специалиста.

Представляет интерес тип вопросов при анкетировании, среди которых наиболее употребляемыми в последние годы стали так называемые «закрытый» (предполагает ответы «за», «против», «не знаю» или присваиваемые баллы, соответственно 3, 2, 1) и «открытый» (вопрос, ответ на который дается в произвольной форме). Так, в закрытом (тайном) анкетировании участвовали в оценке внедрения современных способов доставки ДТ (по скважине и в вагонетках) на горизонты концентрации работы самоходных машин руководители и мастера участков Гайского ПР и Шахтостроительного управления (ШСУ) (32 эксперта), и полученные данные анкетирования распределились в следующем порядке:

количество экспертов $N_3 = 32$:
за - 24 балла;
против - 18 баллов;
не знаю - 12 баллов.

2. *Усредненная оценка мнений экспертов* определяется как:

$$K = f(\sum_{i=1}^{N_3} K_{ij}) / N, \quad (2)$$

где N_{3i} - количество экспертов;

K_{ij} - оценка, данная i -м экспертом.

3. *Вероятностная оценка проявления риска* по проектной, например, наработке на отказ топливозаправщика изменяется в зависимости от времени (пробега) эксплуатации по экспоненциальной зависимости и определяется по формуле [9]:

$$P_K(t) = P_{K1} \exp[-k(t-1)], \quad (3)$$

где $P_K(t)$, P_{K1} - показатель вероятности наработки на отказ на первом и $t_{i-м}$ году эксплуатации;

k - коэффициент определяющий интенсивность изменения показателя наработки на отказ по времени (пробегу);

t - продолжительность эксплуатации (для топливозаправщиков $t = 8$ лет [10]).

4. Место j -го объекта определяется по результатам оценок экспертов как:

$$B_i = \sum_{j=1}^k A_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k A_{ij}, \quad (4)$$

где B_i - значимость j -го объекта, рассчитанная на основании оценок экспертов ($j = 1, 2, \dots, k$);

A_{ij} - оценка (балл), данная j -му объекту i -м экспертом.

5. Реестр рисков (таблица 2) является одним из основных расчетных и оценочных документов, оформляемый с указанием наименования, причины и последствий от рисков с расчетными значениями рангов.

Ранг риска j -го объекта - относительный уровень ценности (важности) объекта угрозы, выраженный с помощью шкалы сравнения (оценочной или количественной) риска j -ых объектов, выбранных для анализа риска [9].

Таблица 2. Реестр рисков

№ п/п	Название риска	Причина риска	Последствия	Вероятность	Воздействие	Ранг, баллы
Технологический						Σ12
1	Отказ в работе оборудования и неоправдавшие себя новые технологии	1. Отсутствие запасных частей на новое оборудование. 2. Ошибка оператора. 3. Ошибка проектирования. 4. Сложность эксплуатации и частые поломки.	Нарушение процесса доставки ДТ в шахту. Возможность аварий.	2	3	3
2	Срыв сроков поставки ДТ в шахту (из-за оборудования)	1. Отказ от дополнительного оборудования. 2. Сокращение персонала.	Возможность непредвиденных ЧС.	2	2	4
3	Срыв сроков поставки ДТ в шахту из-за проектирования	1. Ошибка проектирования. 2. Неверно выбрано оборудование.	Нарушение процесса доставки ДТ в шахту.	2	2	5
Рыночный						Σ27
1	Сдача ПСД не в срок	1. Неверно выбранная проектная организация. 2. Изменение условий проектирования. 3. Человеческий фактор.	Нарушение сроков реализации проекта.	1	3	6
2	Срыв сроков поставки оборудования	1. Отсутствие коммерческих предложений для выбора поставщика. 2. Нарушение сроков поставки по договору.	Нарушение сроков реализации проекта	1	2	10

Продолжение таблицы 2

3	Отсутствие квалифицированного персонала	1. Не проведено своевременное обучение. 2. Увольнение кадров.	Нарушение процесса доставки ДТ в шахту.	2	1	11
Организация и управление						Σ26
7	Отказ от проекта из-за недостаточной поддержки проекта со стороны высшего руководства заказчика	1. Малая информированность о проекте. 2. Нарушение баланса интересов. 3. Размер инвестиций значительно превышает первоначально рассчитанный.	Увеличение сроков исполнения работ вплоть до их приостановки.	2	3	1
8	Недостижения целевых показателей проекта	1. Не определены четкие границы проекта. 2. Малая информированность о проекте. 3. Завышенные требования к проекту.	Увеличение сроков исполнения работ вплоть до их приостановки.	1	2	12
9	Срыв сроков из-за неэффективной работы команды проекта	1. Не верно распределены полномочия. 2. Отсутствие командного духа, нет координации.	Нарушение сроков реализации проекта.	1	2	13
Экономика и финансы						Σ25
10	Недостаток средств для реализации проекта	1. Низкая цена меди на рынке. 2. Незаинтересованность руководства. 3. Перерасход бюджета проекта из-за ошибок в расчетах.	Увеличение сроков исполнения работ вплоть до их приостановки.	2	3	2
11	Повышение цен на оборудование	1. Нестабильные цены. 2. Малое количество предложений из-за специфики оборудования.	Нарушение сроков реализации проекта.	2	1	14

12	Отказ от реализации проекта	1. Изменение конъюнктуры рынка. 2. Появление приоритетных направлений.	Увеличение сроков исполнения работ вплоть до их приостановки.	1	3	9
Законодательство и нормативно-регламентирующие акты						Σ15
13	Неполучение разрешения на строительство	1. Ошибка проектирования. 2. Изменение требований регламентирующих документов в период реализации.	Увеличение сроков исполнения работ вплоть до их приостановки.	1	3	7
14	Запрет использования вагонеток для доставки ДТ	1. Ужесточение ФНиП [11] в части эксплуатации самоходных машин в шахте. 2. Выявление дополнительных опасностей и ограничение норм. актами.	Изменение ключевых аспектов проекта.	1	3	8

Распределение рисков по ранговым баллам показывает на минимальное количество возможных рисков по технологическим причинам (сумма баллов 12) по сравнению с другими возможными рисками (суммы баллов 27, 26, 25, 15).

По данным статистической обработки значимости j -го объекта ($j = 1, \dots, 4$) и суммарной балльной оценке экспертов установлено приоритетное 1-е место объекту по доставке ДТ в специальных вагонетках в клетки клетьевого ствола с глубины более 400 м.

Вывод

Выполнена оценка рисков проекта. Управленческие решения доставки дизельного топлива в шахту в специальных вагонетках и по трубопроводу в буровой обсадной сква-

жине. Управленческие решения оценены как безопасные и эффективные объекты доставки дизельного топлива по сравнению с топливозаправщиками при освоении глубоких месторождений.

Оценка выполнена в соответствии с Уставом проекта и составом работ по карточке проекта с использованием методик экспертных оценок матричным, ранговым, последовательным и совмещенным способами расчета рисков.

По данным статистической обработки значимости j -го объекта ($j = 1, \dots, 4$) и суммарной балльной оценке экспертов установлено приоритетное 1-е место объекту по доставке дизельного топлива в специальных вагонетках в клетки клетьевого ствола с глубины более 400 м.

Список литературы

1. Олизаренко В.В., Зубков А.А., Аллабердин А.Б., Лаптев М.В., Ялалов В.Ж. Обоснование параметров потоков текучего в проектах, эксплуатационных расчетах и экспериментах в горном деле и нефтедобыче. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. 92 с.
2. Лаптев М.В. Обоснование управленческих решений по доставке дизельного топлива в шахту: ВКР магистра. Верхняя Пышма: УГМК, 2018. 161 с.
3. Айбиндер И.И., Галченко Ю.В., Овчаренко О.В., Пацкевич П.Г. Освоение направления развития геотехнологий подземной разработки рудных месторождений на больших глубинах // Горный журнал. 2017. № 11. С. 65-71. DOI: 10.17580/gzh.2017.11.12.
4. Юбилейный Горный журнал «Гайский ГОК - 45 лет». 2004.
5. Учалинский ГОК - 50 лет успешной работы на благо России. № 6. 2004.
6. Рудник «Октябрьский» ОАО «Норникель». 2012.
7. Рудник Николаевский ТОС «Основы горного дела Казмыс». 2008.
8. Волков Ю.В., Соколов И.В. Оценка рисков при реализации проектов освоения месторождений // Сб. науч. тр. семинар 13. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2005. С. 230-233.
9. Экспертные методы исследования систем управления // Bstudy.net. URL: https://bstudy.net/857044/sotsiologiya/ekspertnye_metody_issledovaniya_sistem_upravleniya (дата обращения: 30.06.2021).
10. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки ВНТП-13-2-93 (утв. протоколом Роскомметаллургии от 27 января 1993 г. № 1) // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/71619356/> (дата обращения: 30.06.2021).
11. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 599 от 11.12.2013. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (с изменениями и дополнениями) // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/70691622/> (дата обращения: 30.06.2021).

References

1. Olizarenko V.V., Zubkov A.A., Allaberdin A.B., Laptev M.V., Yalalov V.Zh. *Obosnovanie parametrov potokov tekuchego v proektakh, ekspluatatsionnykh raschetakh i eksperimentakh v gornom dele i nefte dobyche* [Substantiation of Fluid Flow Parameters in Projects, Operational Calculations and Experiments in Mining and Oil Production]. Magnitogorsk, MGTU im. G.I. Nosova Publ., 2019. 92 p. [in Russian].
2. Laptev M.V. *Obosnovanie upravlencheskikh reshenii po dostavke dizel'nogo topliva v shakhtu: VKR magistra* [Justification of Management Decisions for the Delivery of Diesel Fuel to the Mine: Graduate Qualification Work of a Master Student]. Verkhnyaya Pyshma, UGMK Publ., 2018. 161 p. [in Russian].
3. Aibinder I.I., Galchenko Yu.V., Ovcharenko O.V., Patskevich P.G. Osvoenie napravleniya razvitiya geotekhnologii podzemnoi razrabotki rudnykh mestorozhdenii na bol'shikh glubinakh [Basic Trends of Advance in Geotechnologies for Deep-Level Ore Mining]. *Gornyi zhurnal - Gornyi Zhurnal*, 2017, No. 11, pp. 65-71. DOI: 10.17580/gzh.2017.11.12. [in Russian].
4. *Yubileinyi Gornyi zhurnal «Gaiskii GOK - 45 let»* [Jubilee Mining Magazine «Gaysky GOK - 45 Years»]. 2004.
5. *Uchalinskii GOK - 50 let uspešnoi raboty na blago Rossii* [Uchalinsky GOK - 50 Years of Successful Work for the Benefit of Russia]. No. 6. 2004.
6. *Rudnik «Oktyabr'skii» OAO «Nornikel'»* [Mine «Oktyabrsky» OJSC «Nornickel»]. 2012.
7. *Rudnik Nikolaevskii TOS «Osnovy gornogo dela Kazmys»* [Mine Nikolaevsky TOS «Fundamentals of Mining Kazmys»]. 2008.
8. Volkov Yu.V., Sokolov I.V. Otsenka riskov pri realizatsii proektov osvoeniya mestorozhdenii [Risk Assessment in the Implementation of Field Development Projects]. *Sbornik nauchnykh trudov seminar 13* [Collection of Scientific Papers Seminar 13]. Ekaterinburg, IGD UrO RAN Publ., 2005, pp. 230-233.
9. *Ekspertnye metody issledovaniya sistem upravleniya* [Expert Methods of Research of Control Systems]. *Bstudy.net*. Available at: https://bstudy.net/857044/sotsiologiya/ekspertnye_metody_issledovaniya_sistem_upravleniya (accessed 30.06.2021).
10. *Normy tekhnologicheskogo proektirovaniya gornodobyvayushchikh predpriyatii metallurgii s podzemnym sposobom razrabotki VNTP-13-2-93 (utv. protokolom Roskommetallurgii ot 27 yanvarya 1993 g. № 1)* [Technological Design Standards for Mining Enterprises of Metallurgy with an Underground Method of Development VNTP-13-2-93 (Approved by the Protocol of Roskommetallurgy of January 27, 1993 No. 1)]. *Informatsionno-pravovoe obespechenie «Garant»*. Available at: <https://base.garant.ru/71619356/> (accessed 30.06.2021).
11. *Prikaz Federal'noi sluzhby po*

ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru № 599 ot 11.12.2013. «Ob utverzhdenii Federal'nykh norm i pravil v oblasti promyshlennoi bezopasnosti «Pravila bezopasnosti pri vedenii gornykh rabot i pererabotke tverdykh poleznykh iskopaemykh» (s izmeneniyami i dopolneniyami) [Order of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision No. 599 of December 11, 2013. «On Approval of the Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety «Safety Rules for Mining and Processing of Solid Minerals» (with Amendments and Additions)]. Informatsionno-pravovoe obespechenie «Garant». Available at: <https://base.garant.ru/70691622/> (accessed 30.06.2021).

Авторы

• Олизаренко Владимир Владимирович, канд. техн. наук
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
Доцент кафедры «Горные машины и транспортно-технологические комплексы»
Российская Федерация, 455000, г. Магнитогорск, ул. Ленина, 38
e-mail: volizarenko@mail.ru

The Authors

• Olizarenko Vladimir V., Candidate of Engineering Sciences
Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov
Assistant Professor of Mining Machines and Transport and Technological Complexes Department
38, Lenin str., Magnitogorsk, 455000, Russian Federation
e-mail: volizarenko@mail.ru

• Зубков Артем Анатольевич, канд. техн. наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Магистрант кафедры «Водоснабжение и водоотведение»
Российская Федерация, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195
e-mail: zubkov89@ya.ru

• Zubkov Artem A., Candidate of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Undergraduate Student of Water Supply and Drainage Department
195, Mendeleev str., Ufa, 450080, Russian Federation
e-mail: zubkov89@ya.ru

• Аллабердин Азамат Булякович, канд. техн. наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение»
Российская Федерация, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195
e-mail: Allaberдинazamat@mail.ru

• Allaberдин Azamat B., Candidate of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Water Supply and Drainage Department
195, Mendeleev str., Ufa, 450080, Russian Federation
e-mail: Allaberдинazamat@mail.ru

• Вахдаев Константин Владимирович, канд. техн. наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Заведующий кафедрой «Водоснабжение и водоотведение»
Российская Федерация, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195
e-mail: vazhdaev.k@gmail.com

• Vazhdaev Konstantin V., Candidate of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Head of Water Supply and Drainage Department
195, Mendeleev str., Ufa, 450080, Russian Federation
e-mail: vazhdaev.k@gmail.com

• Лаптев Михаил Владимирович
ПАО «Гайский горнообогатительный комбинат»
Начальник технического отдела
Шахтостроительного управления
Российская Федерация, 462630, Оренбургская
область, г. Гай, ул. Промышленная, 1
e-mail: lmvmain@mail.ru

• Laptev Mikhail V.
Gaisky Mining and Processing Plant
Head of Technical Department of Mine Construction
Department
1, Promyshlennaya str., Gai, Orenburg Region,
462630, Russian Federation
e-mail: lmvmain@mail.ru