

УДК 614.76

Қ. Н. Игімбай¹, С. Б. Жапарова², Н. Н. Нұрмұханбетова²

¹Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина
МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан

²Кокшетауский университет имени Шокана Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. В статье рассматривается оценка техногенного воздействия горно-обогатительной фабрики АО «ALTYNTAU KOKSHETAU» на безопасность окружающей среды: почву, воду и воздух. Представлены результаты физико-химических и биоиндикационных методов исследования почвы, воды и воздуха в районе действия предприятия. Выявлено, что загрязнение окружающей среды происходит в юго-западном направлении, это связано с промышленной площадкой предприятия: флотационная фабрика и хвостохранилище.

Ключевые слова: физико-химические методы, биоиндикация, предельно-допустимая концентрация (ПДК), тяжелые металлы, загрязнения, водородный показатель рН, роза ветров.

Введение. Акмолинская область является промышленным районом, в котором расположено множество горнодобывающих предприятий, и состояние окружающей среды является одной из важнейших задач. Горные работы и обогащение полезных ископаемых в результате своей деятельности загрязняют окружающую среду различными веществами и негативно влияют на ее элементы (почвенный покров, водную и воздушную среду). В совокупности происходит загрязнение литосферы при эксплуатации месторождений, сброс сточных вод в гидросферу, выбросов, пыли и вредных газов в воздушную среду. В связи с этим изучение влияния горного производства АО «ALTYNTAU KOKSHETAU» на состояние основных объектов окружающей среды является весьма актуальным.

Были использованы физико-химические и биоиндикационные методы исследования почвы, воды и воздуха. Метод биоиндикации позволяет определить загрязнение окружающей среды без применения химических и физических методов анализа, отличается простотой и небольшой себестоимостью. В качестве биоиндикаторов выступают элементы живой природы.

Результаты исследования и их обсуждение. АО «ALTYNTAU KOKSHETAU» является крупнейшим предприятием по добыче золота. Относится к золотосульфидно-кварцевым и сульфидным месторождениям.

Изучение начали с розы ветров, которая позволяет определить господствующее направление ветра, в соответствии с которым перемещается воздушный поток на данной территории.

Направление преобладающего ветра учитывается при проектировании карьера и отвалов пустой породы, расположении хвостохранилищ. В исследуемом предприятии карьер расположен в северной стороне, отвалы пустой породы расположены в восточном направлении. В западном направлении размещена обогатительная фабрика и участок

просеивания руды. Данные направления ветра предоставлены метеорологической станцией г. Кокшетау за 2020-2021 г. и за 2010-2020 г.

Таблица 1 – Средние значения повторяемости ветра в районе АО «ALTYNTAU KOKSHETAU»

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
<i>2020-2021 гг.</i>								
количество дней	3	3	6	3	8	20	10	4
<i>2010-2020 гг.</i>								
количество дней	6	5	8	8	15	31	18	9

Повторность ветра юго-западного направления 20 дней (за 2020-2021 гг.) и 31 день (за 2010-2020 гг.), а повторность западного и южного направлений 18 и 15 дней соответственно. Также в северо-западном направлении повторность зафиксирована 9 дней, а по другим направлениям средняя повторность 7 дней.

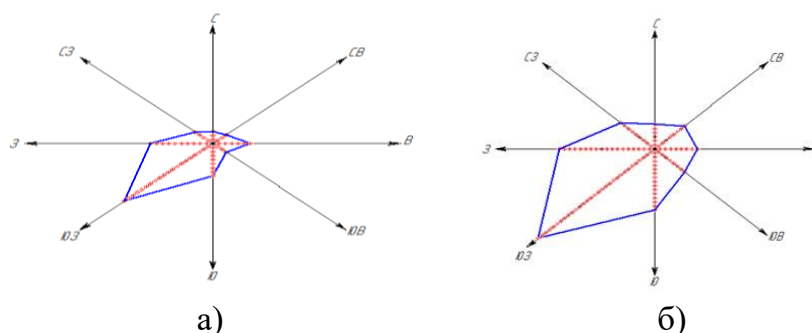


Рисунок 1 – Роза ветров за 2020-2021 г. (а) и за 2010-2020 г. (б)

Согласно главному направлению ветра в районе пылеобразование с промышленной площадки предприятия производится в юго-западном направлении. Флотационная фабрика и хвостохранилище расположены в западном направлении. По данным метеорологической службы в юго-западном направлении жилые поселки подвергаются постоянному воздействию пылеобразования и загазованности.

Биоиндикационные исследования производились по пробам почвы и растений. Схема отбора проб почвы и растений показана на рисунке 2. На исследуемой территории предприятия по четырем векторам отобраны по восемь точек в каждом направлении, всего исследовано 32 точки для определения влияния горного производства. Первая точка взята на расстоянии 1000 м для максимального приближения к источнику загрязнения, так как санитарно-защитная зона (СЗЗ) составляет 1000 м. Следующие точки расположены на расстояниях 1500 м, 2000 м, 3000 м и т.д. (рисунок 2) от горного предприятия, что позволяет зафиксировать влияние горных работ на окружающую среду при удаленности от источников загрязнения.

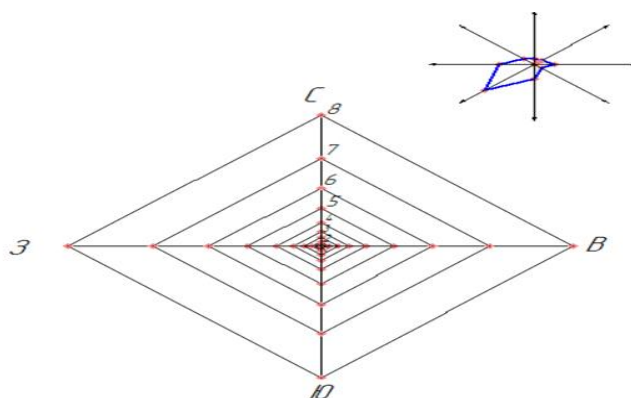


Рисунок 2 – Схема отбора проб

Анализ результатов (таблица 2) исследований почвы в западном направлении от карьера на содержание металлов-токсикантов показал наибольшие концентрации свинца, цинка, меди, но не превышающие нормы, а содержание кадмия на 0,01 мг/кг выше ПДК. Наименьшее содержание названных металлов в образце, взятом по восточному направлению.

Таблица 2 – Расстояния точки отбора пробы почвы

Точка отбора пробы	1	2	3	4	5	6	7	8
Расстояние от карьера, км	1	1,5	2	3	5	7	10	15

Таблица 3 – Результаты химического анализа образцов почвы, отобранных на расстоянии 1 км от карьера

Показатель	ПДК	Западное направление	Восточное направление	Южное направление	Северное направление
рН		6,9	6,5-7,0	7,0	6,5-7,0
Свинец, мг/кг	32,0	1,9	1,5	1,8	1,7
Цинк, мг/кг	23,0	2,1	1,8	2,0	1,9
Медь, мг/кг	3,0	2,1	1,9	1,9	1,89
Кадмий, мг/кг	0,5	0,51	0,37	0,49	0,45

Изучение состояния почвы также включало определение уровня рН в каждом образце: уровень рН образцов почвы в восточном и северном направлениях в пределах 6,5-7,0; в западном направлении рН равен 6,9 и южном – 7,0. Это свидетельствует, что уровень рН почвы лежит в нейтральной области.

Загрязнение окружающей среды оценивалось по широко распространенным видам растений. Изучение токсикологического влияния горных работ на исследуемой территории проводилось по полыни горькой.

Состояние растительного покрова изучалось в точках, совмещенных с точками отбора почвы. Всего обследовано 32 точки (находящихся на разных расстояниях от предприятия), в пределах которых проводилось геоботаническое изучение растений. Определялись следующие параметры: флористический состав, морфологическая характеристика отдельных видов, структура, покрытие почвы растениями.

Исследование состояния атмосферы вблизи предприятия определялось по пыли горькой [1].

На рисунке 3 представлена средняя высота пыли по всем направлениям согласно розе ветров на различных расстояниях от карьера.

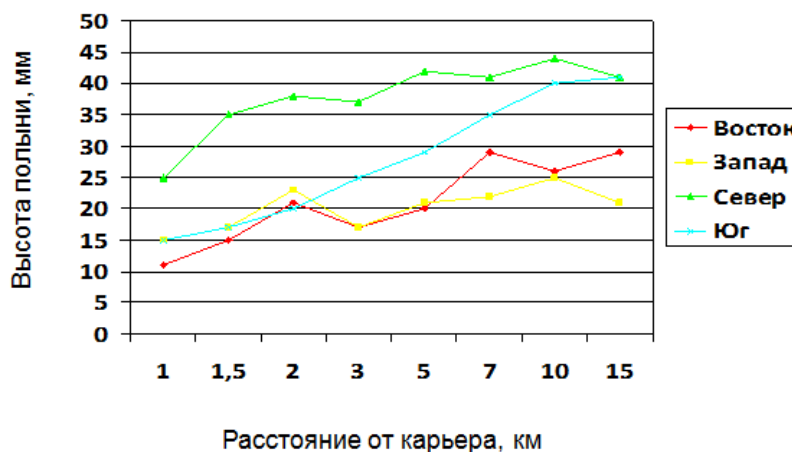


Рисунок 3 – Средняя высота пыли по всем направлениям

Как видно из рисунка 3, низкие показатели наблюдаются в ближайших точках от карьера (1, 2, 3 точки отбора проб), наименьшая высота пыли зафиксирована на расстоянии 1 км, при отдаленности от карьера более 2 км высота пыли увеличивается, а на расстоянии 10 км высота ее достигает 25 см и более в зависимости от направления. Более высокие результаты средней высоты пыли, произрастающей на северном направлении: 25 см на расстоянии 1 км, далее наблюдается увеличение высоты пыли при удаленности от карьера в седьмой точке высота пыли самая высокая – 44 см. Таким образом, самые низкие показатели наблюдаются в западном направлении, а высокие показатели зафиксированы в северном направлении.

Биоиндикационные исследования по листьям березы. При техногенном загрязнении почвы и атмосферы ухудшается также состояние растительного покрова. Нарушения состояния окружающей среды проявляются в некрозах, хлорозах, асимметричном строении листьев деревьев. Авторским коллективом исследованы листья березы, так на рисунке 4 показаны образцы листьев березы в районе влияния горных работ.

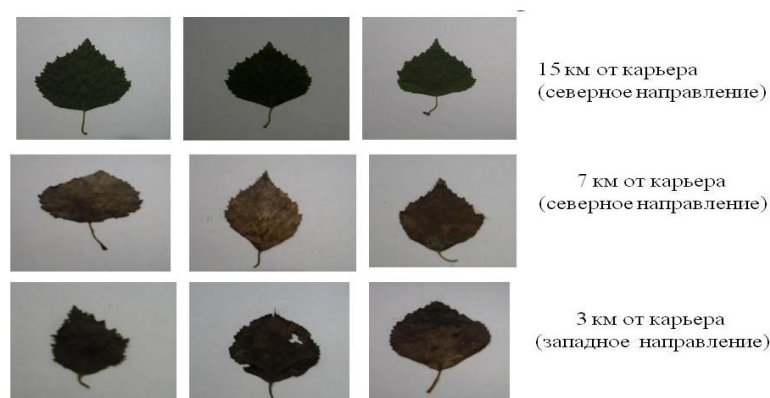


Рисунок 4 – Результаты биоиндикационных исследований по листьям березы

Визуальное обследование показало, что эти нарушения интенсивно проявлены юго-западном направлении от предприятия. У листьев наблюдаются некрозы, хлорозы, ассиметричное строение, листья небольшие, неровные края как показано на рисунке 4. Растительный покров в районе влияния горнодобывающего предприятия подвержен морфологическим изменениям. В западном направлении на расстоянии 3 км от карьера у листьев наблюдаются некрозы, ассиметричное строение (ширина полулиста увеличена в правой стороне), несимметричное расположение прожилок листа, мелкие листовые пластины [2]. В северном направлении состояние у листьев березы признаки негативного влияния горных работ менее выражены, наблюдается несимметричное строение листьев.

Рассчитан интегральный показатель *флуктуирующей асимметрии (ФА)*, который оценивался в баллах по степени влияния на окружающую среду в соответствии с методикой А. Б. Стрельцова (2007 г.).

Таблица 4 – Значение флуктуирующей асимметрии листьев березы

№	Точка отбора пробы	ФА	Балл	Характеристика среды
1	3 км от карьера (западное направление)	0,065	4	значительная степень загрязнения
2	7 км от карьера (северное направление)	0,061	3	загрязнено
3	15 км от карьера (северное направление)	0,04	1	норма

Для березы величина $ФА < 0,055$ соответствует 1 баллу, который характеризует состояние окружающей среды «чисто»; значение 0,056-0,060 соответствует 2 баллам, что свидетельствует об относительной чистоте «норма»; 0,061-0,065 - 3 балла, значит загрязнено «тревога»; при $ФА 0,065-0,070$ – влияние оценивается в 4 балла, что сигнализирует об опасности загрязнения; $ФА$ более 0,070 – 5 баллов соответствует сильной степени загрязнения окружающей среды, т. е. «вредно».

Согласно таблице 4 наибольший уровень загрязнения в 3 км от карьера в западном направлении: величина флуктуирующей асимметрии составляет 0,065. В данном направлении наблюдается значительная степень загрязнения окружающей среды. В 7 км от карьера окружающая среда загрязнена: флуктуирующая асимметрия составляет 0,061. На расстоянии 15 км состояние природной среды соответствует норме по значению флуктуирующей асимметрии. Наибольшее загрязнение происходит в западном направлении на расстоянии 3 км от золото-обогащительной фабрики и промплощадки [3].

В восточном направлении флористический состав растений беден, разнообразие наблюдается на расстоянии 5 км от карьера. В ближайших точках среди растений растет только полынь небольшой высоты. В точках 1000 м от карьера наблюдается опустынивание. В западном направлении флористический состав растений более разнообразен, наряду с полынью также рассматривается подорожник. В 5 км от карьера расположены лесонасаждения берез. В северном направлении наряду с полынью наблюдается также подорожник. В 7 км от карьера расположены лесонасаждения. На расстоянии 15 км в 9 точку отбора проб растений рассматривается тысячелистник и другие дикорастущие растения. В южном направлении растительность также более разнообразна при удалении от карьера, наблюдается подорожник, тысячелистник.



Рисунок 5 – Почвенно-растительный покров (западное направление от карьера)

На рисунке 5 а показано опустынивание почвенного покрова в ближайших точках от карьера на расстояниях 1 км и 1,5 км. В данном направлении расположена промышленная площадка карьера: размещены дробильно-сортировочное оборудование, конвейеры для транспортирования руды. При механической обработке руды выделяется пыль в атмосферу [4], на рисунке 5 б на востоке расположены отвалы, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды, это согласуется с данными других исследователей. Как известно с поверхности отвалов наблюдается пылеобразование. При исследовании в данном направлении установлен пониженный рост полыни и опустынивание на участках почвы [4]. В ближайших точках (1 км) зафиксирован наименьший рост полыни.

Изучение состояние воды проводилось по пробам из следующих водных источников: река Чаглинка 2 км в южном направлении и 10 км от карьера в восточном направлении, естественный водоем 7 км в северном направлении и 15 км в западном направлении от карьера.

Состояние водных источников в районе горного предприятия изучалось по уровню рН и было выявлено, что в водных объектах рН соответствует норме в пределах 6,5-7,0. (нейтральный)

Методом атомной адсорбционной спектроскопии были проведены исследования по определению содержания токсичных элементов – ионов тяжелых металлов в воде реки Чаглинка (таблица 5).

Таблица 5 - Содержание тяжелых металлов в воде реки Чаглинка

Ионы	Co	Ni	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	Hg
Конц., мкг/л	0,006	0,008	0,004	0,005	0,005	0,001	0,025	-
ПДК, мкг/л	0,009	0,009	0,004	0,003	0,005	0,003	0,030	0,001

Ионы тяжелых металлов накапливаются в цепочке питания от микроорганизмов до ракообразных и рыб и, таким образом, могут оказывать вредное влияние на организм человека [5].

Высокая концентрация тяжелых металлов делает его опасным для всего живого, не являются исключением кадмий, цинк, а также медь, которая, кстати, при повышенном содержании в природных водах по токсичности уступает только ртути.

Как показали наши исследования в воде были обнаружены не только ионы тяжелых металлов, но и ряд радиоактивных элементов.

Заключение. Открытая разработка и переработка полезных ископаемых негативно влияет на безопасность окружающей среды и в целом на здоровье людей, проживающих на территории техногенного воздействия горно-обогатительной фабрики. Загрязняются все элементы экосистемы: почвенный покров, гидросфера и атмосфера. В результате проведенных нами исследований было установлено следующее:

- почвы в западном направлении по сравнению с другими испытывают наибольшую техногенную нагрузку: По результатам химического анализа на содержание тяжелых элементов наибольшая концентрация установлена для химического элемента – кадмия (содержание кадмия - 0,51 мг/кг), рН уровень проб нейтральный в пределах 6,5 – 7,0;

- биоиндикационные исследования состояния окружающей среды по растительности показали отрицательное влияние горного производства в ближайших точках от карьера и в западном направлении. Флуктуирующая асимметрия листьев березы составила 0,065 в 3 км от карьера, что характеризует значительную степень загрязнения окружающей среды. Высота полыни составила - 14 см, длина корня – 2 см;

- установлено, что содержание радиоактивных элементов находится в допустимых пределах: U-238 $0,639 \pm 0,049$; U-234 $1,553 \pm 0,068$; U-235 $0,033 \pm 0,01$ Бк/л. Концентрация меди в исследуемой воде превышает предельно допустимые нормативы 1,7 раз;

- согласно розе ветров и результатам исследований загрязнение окружающей среды происходит в юго-западном направлении, результаты исследования почвы, воздуха и воды коррелируют друг с другом.

Список литературы

1. Казнина Н. М. Оценка степени техногенного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами по состоянию растительности // Труды Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 2. – С. 89-94.

2. Иванов В. П., Марченко С. И., Акименков Н. В. Флуктуирующая асимметрия листьев *Morus Alba* как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения урбоэкосистем // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия», Том 24 (63). – 2011. – № 2. – С. 129-135.

3. Иванова, О. А. Оценка воздействия горного производства на окружающую среду на примере рудника «Холбинский – Томск, 6-9 нояб., 2012. – С. 44-55.

4. Захаров В. М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур): утв. Распоряжением Росэкологии 16 октября 2003 года, N 460-р.

5. Камберов И. М., Мадьяров Н. А., Асанова А. А. Пути решения задачи своевременного выявления локальных источников загрязнения рек Алматы и прилегающих территорий на основе создания базы данных интернет-гис (webgis) // Наука и образование в гражданской защите. – 2021. – № 3 (43). – С. 12-14.

References

1. Kaznina N. M. Ocenka stepeni tekhnogenogo zagryazneniya okruzhayushchej sredy tyazhelymi metallami po sostoyaniyu rastitel'nosti // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. – 2015. – № 2. – S. 89-94.

2. Ivanov V. P., Marchenko S. I., Akimenkov N. V. Fluktuiruyushchaya asimetriya list'ev Morus Alba kak bioindikator aerotekhnogennogo zagryazneniya urboekosistem // Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya», Tom 24 (63). – 2011. – № 2. – S. 129-135.

3. Ivanova, O. A. Ocenka vozdejstviya gornogo proizvodstva na okruzhayushchuyu sredu na primere rudnika «Holbinskij – Tomsk, 6-9 noyab., 2012. – С. 44-55.

4. Zaharov V. M. Metodicheskie rekomendacii po vypolneniyu ocenki kachestva sredy po sostoyaniyu zhivyh sushchestv (ocenka stabil'nosti razvitiya zhivyh organizmov po urovnyu asimetrii morfologicheskikh struktur): utv. Rasporyazheniem Rosekologii 16 oktyabrya 2003 goda, N 460-r.

5. Kamberov I. M., Mad'yarov N. A., Asanova A. A. Puti resheniya zadachi svoevremennogo vyyavleniya lokal'nyh istochnikov zagryazneniya rek Almaty i prilegayushchih territorij na osnove sozdaniya bazy dannyh internet-gis (webgis) // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2021. – № 3 (43). – S. 12-14.

Қ. Н. Игімбай¹, С. Б. Жапарова², Н. Н. Нұрмұханбетова²

¹Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

²Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан

ТАУ-КЕН БАЙЫТУ ФАБРИКАСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІККЕ ТЕХНОГЕНДІК ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Мақалада «ALTYNTAU KOKSHETAU» АҚ тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға әсері: топырақ, су және ауа атмосферасына қарастырылады. Кәсіпорынның қызмет ету аймағындағы топырақты, суды және ауаны зерттеудің физика-химиялық және биоиндикациялық әдістерінің нәтижелері берілген. Қоршаған ортаның ластануы оңтүстік-батыс бағытта орын алатыны анықталды, бұл кәсіпорынның өндірістік алаңы: флотациялық зауыт және қалдық қоймасы есебінен.

Түйінді сөздер: физика-химиялық әдістер, биоиндикация, шекті рұқсат етілген концентрация (ШРК), ауырметалдар, ластану, рН көрсеткіші, жел бағыты

K. Igimbay¹, S. Zhaparova², N. Nurmukhanbetova²

¹Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

²Kokshetau university named after SH. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan

ASSESSMENT OF THE TECHNOGENIC IMPACT OF THE MINING AND CONCENTRATING FACTORY ON ENVIRONMENTAL SAFETY

Annotation. The article discusses the impact of the mining production of JSC «ALTYNTAU KOKSHETAU» on the environment: soil cover, water and air atmosphere. The results of physicochemical and bioindication methods for studying soil, water and air in the area of operation of the enterprise are presented. It was revealed that environmental pollution occurs in the south-western direction, this is due to the industrial site of the enterprise: a flotation plant and a tailing dump.

Keywords: physicochemical methods, bioindication, maximum permissible concentration (MPC), heavy metals, pollution, pH, wind rose.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Қали Нұрланұлы Игімбай – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының кадр саясаты бөлімінің инспекторы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан-сері к-сі, 136. E-mail: Kali.igimbay@mail.ru

Сая Бекетқызы Жапарова – техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Шоқан Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің политехникалық факультеттің деканы, Қазақстан, Көкшетау, Абай көшесі, 76. E-mail: zhaparova77@mail.ru

Нұргүл Нұркенқызы Нұрмұханбетова – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Шоқан Уәлиханов атындағы Көкшетау университетінің «Химия және биотехнология» кафедрасының меңгерушісі. Қазақстан, Көкшетау, Абай көшесі, 76. E-mail: nn_nurgul@mail.ru

Игімбай Қали Нұрланұлы – инспектор отдела кадровой политики Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана-серэ, 136, E-mail: Kali.igimbay@mail.ru

Жапарова Сая Бекетовна – кандидат технических наук, профессор, декан политехнического факультета, Кокшетауского университета имени Шокана Уалиханова, Казахстан, Кокшетау, ул. Абая, 76. E-mail: zhaparova77@mail.ru

Нурмұханбетова Нургуль Нуркеновна – кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой «Химия и биотехнология», Кокшетауского университета имени Шокана Уалиханова. Казахстан, Кокшетау, ул. Абая, 76. E-mail: nn_nurgul@mail.ru

Kali Igimbai – Inspector of the Personnel Policy Department of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. 136 Akana-sere str., Kokshetau, Kazakhstan. E-mail:Kali.igimbay@mail.ru

Saya Zhaparova – Candidate of Technical Sciences, Professor, Dean of the Polytechnic Faculty, Kokshetau University named after Shokan Ualikhanov, Kazakhstan, Kokshetau, Abaya str., 76. E-mail: zhaparova77@mail.ru

Nurgul Nurmukhanbetova – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Chemistry and Biotechnology, Kokshetau University named after Shokan Ualikhanov. Kazakhstan, Kokshetau, Abaya str., 76. E-mail: nn_nurgul@mail.ru