

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 3 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/TIDJ1047>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

МРНТИ 31.15.37

<https://doi.org/10.48081/JBWB7757>***Э. А. Камбарова, Х. А. Юсупова**

Таразский Региональный университет имени М. Х. Дулати,

Республика Казахстан, г. Тараз

*e-mail: ilmira080884@mail.ru

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КАТИОНОВ МЕДИ

В статье будет рассмотрен вопрос загрязнения сточных вод катионами меди, которое является актуальной проблемой для промышленных предприятий. Будут изучены основные проблемы, связанные с этим видом загрязнения, а также будут предложены возможные решения для минимизации негативного влияния данных катионов на окружающую среду. Рассмотрены различные виды минеральных сорбентов и их возможность взаимодействия с катионами меди в растворах. Она подробно анализирует механизмы сорбции, характеристики использованных минеральных материалов и их структуру, а также влияние условий эксплуатации на эффективность процесса. Исследование предоставляет новые уникальные понимания в области использования минеральных сорбентов для удаления катионов меди из воды, что имеет важное значение для разработки эффективных систем водоподготовки и охраны окружающей среды. Для исследования использовались природные сорбенты – Шанханайский цеолит и Коксуский шунгит. Проведенные эксперименты показали эффективность шунгита и цеолита при очистке воды с содержанием катиона меди. В исследовании проводились опыты по оценке качества очищения воды загрязненными катионами меди в зависимости от концентрации модельного раствора и времени очищения. Результаты проведенных опытов над модельными растворами с содержанием катиона меди с использованием минеральных сорбентов показали наиболее благоприятные значения рН и времени сорбции.

Ключевые слова: минеральные (природные) сорбенты, Шанханайский цеолит, Коксуский шунгит, катион меди, процесс адсорбции.

Введение

На данный момент времени планета столкнулась с множеством угроз, связанных с загрязнением. Однако, среди всех факторов загрязнения, сточные воды являются одним из наименее исследованных и освещенных.

Сточные воды состоят главным образом из обычной воды. Все прочие компоненты составляют небольшую частичку, но именно их присутствие может предоставлять угрозу для здоровья людей и окружающей среды. Стоковые воды являются смесью дождевых стоков, талых вод и используемых в промышленности, сельском хозяйстве и бытовом потреблении, которые затем сливаются в канализацию. Влияние сточных вод на окружающую среду может быть огромным и включает следующие аспекты:

1 Загрязнение водных объектов: Среди загрязняющих веществ, содержащихся в сточковых водах, выделяются тяжелые металлы, химические вещества, бактерии, пестициды и другие загрязнители. Все это может привести к загрязнению воды, что может нанести серьезный ущерб водным экосистемам и здоровью людей.

2 Угроза биоразнообразию: Загрязнение стоковыми водами оказывает негативное воздействие на водных организмов, включая рыб, водные растения и микроорганизмы, что может привести к снижению биоразнообразия и даже исчезновению некоторых видов.

3 Очистка воды: Поступление сточных вод усложняет процессы очистки воды и требует больших затрат. Загрязненные стоки требуют более тщательной обработки перед их сбросом в водные объекты или системы водоснабжения.

4 Угроза здоровью человека: Наличие патогенных микроорганизмов и химических загрязнителей в сточных водах может быть опасным для здоровья человека, особенно если эти воды используются для питья или полива.

Сточные воды представляют собой главный источник и переносчик разнообразных болезней. Вследствие отчету ВОЗ, ежегодно свыше 3,4 миллиона человек умирают от заболеваний, передающихся через воду. Кроме того, в сточных водах сочетаются отходы человеческой деятельности, растворители и красители, образуя пары, которые не только вызывают разложение, но и наносят вред здоровью людей. Существует реальная опасность для организма людей, подвергающихся вдыханию газов, исходящих от сточных вод [1, 2, 3]. В связи с этим, повышение важности решения проблемы очистки сточных вод на сегодняшний день неоспоримо.

Для очистки модельных растворов состоящих из катионов меди двухвалентного использовались природные сорбенты, такие как

Шанханайский цеолит и Коксуский шунгит. Данные природные сорбенты выполняют роль естественных фильтров, которые способствуют очистке экосистемы. Они эффективно удаляют загрязнения из сточных вод, приводя их к соответствию с требованиями нормативов, и при этом возвращают необходимые исходные компоненты обратно в технологический цикл.

Шунгит – это горный минерал, обладающий уникальными физическими и химическими свойствами. Он представляет собой черный камень со значительным содержанием углерода, составляющего около половины его массы [4]. Вместе с углеродом, шунгит содержит различные минералы, включая кремний, алюминий, железо, магний, кальций и другие элементы в небольших количествах. Наиболее замечательной особенностью шунгита является его структура, включающая углеродные структуры, такие как фуллерены и графен. Фуллерены – это молекулы углерода, имеющие форму полусфер и обладающие антиоксидантными свойствами. В дополнение ко всему, шунгит используется для очистки воды и широко применяется в виде фильтров для удаления различных загрязнителей [5, 6, 7].

Материалы и методы

Анализ был построен на процессе адсорбции. Данный метод основывается на том, что молекулы и атомы, находясь на поверхности твердого материала, имеют остаточную поверхность энергии за счет несбалансированных сил. При контакте определенных веществ с поверхностью твердого материала, они захватываются данными несбалансированными силами и остаются на поверхности. Этот метод обладает несколькими преимуществами, такими как: высокая производительность, низкая стоимость, возможность применения в широком диапазоне pH и простота в использовании [8].

Экспериментальные исследования, направленные на очистку модельных растворов, содержащих катионы меди, были выполнены следующим образом.

Опыт №1. В исследовании использовался Шанханайский цеолит и Коксуский шунгит с диаметром частиц равное 2–2,5 мм. Спектральные измерения были проведены на аппарате спектрофотометре DR-2800 [9, 10]. Взято по 0,001 г исследуемых природных сорбентов и к каждому образцу прилито по 0,001 мл раствора сульфата меди с первоначальной концентрацией 10 мг/л. Оставлены исследуемые растворы на определенные промежутки времени при разных значениях pH и при комнатной температуре.

Для регулирования pH растворов использовались следующие фиксаналы:

pH = 1,68	тетраоксалат калия водный (K),
pH = 3,56	тетраоксалат калия (K),
pH = 4,01	бирталат калия (K),
pH = 6,86	дигидроортофосфат калия (K),
pH = 9,18	тетраборат натрия (),
pH = 12,45	гидроксид калия (CaO).

Данные модельные растворы изготовлены из фиксаналов с определенными pH. Растворены в дистиллированной воде объемом один литр. Фиксаналы могут быть растворены также в 200 мл, при этом не будет происходить изменений в pH раствора, но изменится лишь его буферная емкость. Растворы приготовлены в объеме 25 мл.

С целью выяснить механизм взаимодействия катионов меди (II) и шунгитовой матрицы, проведено исследование воздействия высоких значений pH на процесс очищения модельных растворов. Для этого подвергли растворы различным уровням pH, составляющим значения: 1,68; 3,56; 4,01; 6,86; 9,18; 12,45.

Условия опыта: соотношения сорбента к раствору составляло 1:50 (масса шунгита или масса цеолита – 1 г на 50 мл раствора), исходная концентрация модельного раствора с содержанием катиона меди = 10 мг/л. Результаты изображены на рисунке 1.

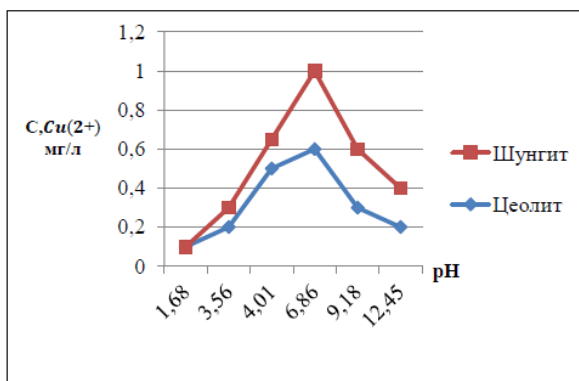


Рисунок 1 – Сорбционные свойства шунгита и цеолита при разных значениях pH

Установлено, что в пределах значений pH до 5 происходит исключительно физическое присоединение ионов меди (II), в то время как при pH=6–8 наблюдается образование твердого осадка ярко-бирюзового цвета. При повышении pH до 10–11 также наблюдается выпадение осадка коричневого цвета. Результаты изображены на рисунке 2.

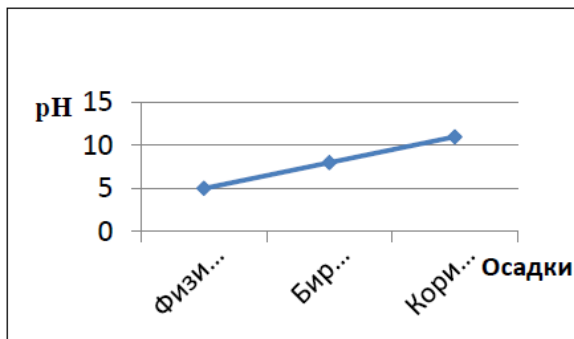


Рисунок 2 – Взаимодействия катионов меди (II) и шунгитовой матрицы

Вывод. В исследовании определены наилучшие условия для процесса сорбции катионов меди (II) на шунгите Коксукского месторождения. Исследовано, что при pH 6–7 наблюдается максимальная сорбция катиона меди минеральными сорбентами. Продолжительность процесса сорбции составляла 90 минут при исходной концентрации двухвалентной меди в растворе, равной 10 мг/л.

Опыт 2 [9, 10]. В ходе исследования изучено влияние шунгита и цеолита на очистку загрязненной воды при применении различных временных констант сорбента. В исследовании использовался Шанханайский цеолит и Коксукский шунгит с диаметром частиц равное 2–2,5 мм. Измерение уровня концентрации катионов меди в воде проводилось с помощью аппарата DR-2800 [11]. Для приготовления растворов использовалась растворимая соль сульфата меди CuS с начальной концентрацией 10 мг/л. Было взято 0,001 г безводного сульфата меди CuS и приготовлен раствор с общим объемом 100 мл.

Каждая из 10 пробирок заполнены по 5 мл раствора сульфата меди, концентрация которого составляла 10 мг/л. Затем в 5 из них были добавлены цеолитовые гранулы, а в оставшиеся 5 – шунгит массой 0,001 г. Через

определенные временные интервалы измерены сорбционные ёмкости этих сорбентов. Результаты отображены в таблице 1 и в таблице 2.

Результаты и обсуждение

Таблица 1 – Влияние времени взаимодействия Шанханайского цеолита с раствором на сорбцию ионов меди

Сорбент	Шанханайский цеолит					
Время, (мин)	10	30	45	60	90	120
Концентрация сорбированного катиона меди, (мг/л)	0,3	0,45	0,561	0,72	0,89	0,9

Таблица 2 – Влияние времени взаимодействия Коксуского шунгита с раствором на сорбцию ионов меди

Сорбент	Коксуский шунгит					
Время, (мин)	10	30	45	60	90	120
Концентрация сорбированного катиона меди, (мг/л)	0,204	0,49	0,532	0,60	0,60	0,60

Используя цеолит, достигли более высоких значений ионов меди, чем с использованием шунгита. Замечено, что разница в содержании катионов меди составляет 0,03 мг/л после тридцати минутного воздействия. Важно отметить, что длительность контакта сорбента с модельным раствором содержащий катион воздействует на степень извлечения. С увеличением длительности контакта наблюдается повышение величины сорбции, после 90 минут остается неизменным. Результаты изображены на рисунке 3.

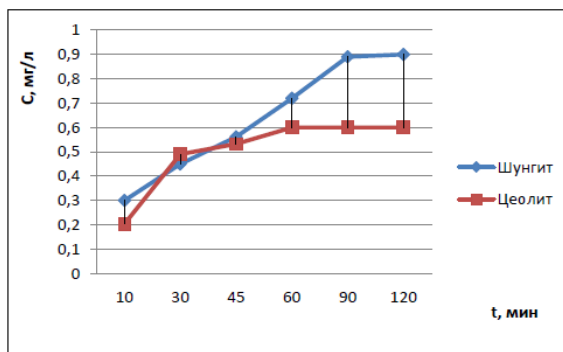


Рисунок 3 – Сравнение показателей шунгита и цеолита

Выводы

Таким образом по проведенным исследованиям было выявлено, что сорбционные свойства шунгита и цеолита позволяют очистить сточные воды от катионов меди в зависимости от времени при 90 минут, в зависимости от значениях pH 6–7.

По проведенным исследованиям установлено, что шунгит и цеолит являются весьма эффективными сорбентами, способными эффективно удалять катионы меди из сточных вод, сбрасываемых промышленными производствами.

Список использованных источников

1 **Hongqiang, R., Xuxiang, Zh.** High-Risk Pollutants in Wastewater. – Elsevier, 2019. – 312p.

2 World Health Organization [Электронный ресурс] – URL: https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/.

3 United Nations, Environment Programme, Final review of scientific information on lead, Chemicals Branch, Division of Technology, Version of, Industry and Economics. – December 2010.

4 **Kovalevski, I. A., Moshnikov, V. V.** TEM study of structure of graphene layers in shungite carbon. – Nanosyst : Phys. Chem. Math. 7, 2016. – 210–213 p.

5 **Easter, Ma., Kim, Ch., Kim, S., Shim, K., Kang, T., Lee, K.** Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Shungite against Ultraviolet B Irradiation-Induced Skin Damage in Hairless Mice // National library medicine. – 2017. – Vol. 1. – P. 1–11. – <https://doi.org/10.1155/2017/7340143>

6 **Михайлович, К. Г.** Шунгит лечит. – СПб. : Эксмо, 2018. – 208 с.

7. **Mosin, O., Ignatov, I.** The structure and composition of natural carbonaceous fullerene containing mineral shungite // International Journal of Advanced Scientific and Technical Research. – 2013. – Issue 3. – Vol. 6 (Nov.-Dec.). – P. 9–21.

8 **Рудаков, О. Б., Селеменев, В. Ф., Рудакова, Л. В.** Сорбаты, сорбенты и элюенты. – СПб. : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 205 с.

9 **Kambarova, E. A., Gavrilenko, M. A., Bektenov, N. A.** Zeolites modified with polyethylene polyamine and epoxy resin to extract lead ions from wastewater // Вестник Томского государственного университета. Химия. – 2021. – Vol. 332(1). – P. 7–13.

10 **Камбарова, Э. А., Гавриленко, М. А., Бектенов, Н. А.** Модифицирование шунгитов полиэтиленполиамином и эпоксидной смолой для извлечения ионов свинца из сточных вод // Химический журнал казахстана. – 2020. – Т. 2(70). – С. 170–179.

11 Руководство по использованию аппарата DR-2800. [Электронный ресурс] – URL: <https://dv-expert.org/laboratornoe-oborudovanie/spektrofotometr/hach-lange/dr-2800>

References

1 **Hongqiang R., Xuxiang Zh.** Zagryaznyashyue veshestva vysokogo riska v stochnyh vodah [High-Risk Pollutants in Wastewater] [Text]. – Elsevier, 2019. – 312 p.

2 World Health Organization [Electronic resource] – URL : https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/.

3 United Nations, Environment Programme, Okonchatelnyi obzor nauchnoi informatsii po svintsu, Himicheskii otdel, Tehnologicheskii otdel [Final review of scientific information on lead, Chemicals Branch, Division of Technology] [Text]. – Versiya jurnala «Promyshlennost i ekonomika», Dekabr' 2010.

4 **Kovalevski, I. A., Moshnikov, V. V.** Issledovanie struktury grafenovykh sloev v shungitovom ugle rode metodom PEM [TEM study of structure of graphene layers in shungite carbon] [Text]. – Nanosis : Fizika. Him. Matematika. 7, 2016. – 210–213p.

5 **Easter Ma., Kim Ch., Kim S., Shim K., Kang T., Lee K.** Antioksidantnoe i protivovospalitel'noe deistvie shungita pri povrejdenii koji bezvolosymi myshami, vyzvannom ultrafioletovym izlucheniem V [Antioxidant and Anti-Inflammatory

Effects of Shungite against Ultraviolet B Irradiation-Induced Skin Damage in Hairless Mice] [Text]. – National library medicine. – 2017 – Vol. 1. – 1–11 p.

6 **Mikhailovich, K. G.** Shungitovye lakomstva [Shungite treats] [Text]. – St. Petersburg : Eksmo, 2018. – P. 208.

7 **Mosin, O., Ignatov, I.** Struktura i sostav prirodnogo uglerodsoderzhashego fullerensoderzhashego minerala shungita [The structure and composition of natural carbonaceous fullerene containing mineral shungite] [Text] // Mejdunarodnyi jurnal peredovyh nauchnyh i tehnikeskikh issledovanii. – Vypusk 3. – Tom 6 (Noyabr' - Dekabr'). – 2013. – 9–21 p.

8 **Rudakov, O. B., Selemenov, V. F., Rudakova, L. V.** Sorbat, sorbent i elyuent [Sorbates, sorbents and eluents] [Text]. – St. Petersburg : Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, EBS ASV, 2016. – P. 205.

9 **Kambarova, E. A., Gavrilenko, M. A., Bektenov, N. A.** Tseolity, modifitsirovannye polietilen-poliaminom i epoksidnoi smoloi dlya izvlecheniya ionov svintsya iz stochnyh vod [Zeolites modified with polyethylene polyamine and epoxy resin to extract lead ions from wastewater] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Himiya. – Vypusk 332(1). – 2021. – 7–13 p.

10 **Kambarova, E. A., Gavrilenko, M. A., Bektenov, N. A.** Modifikatsiya shungitov polietilenpoliaminom i epoksidnoi smoloi dlya izvlecheniya ionov svintsya iz stochnyh vod [Modification of shungites with polyethylene polyamine and epoxy resin to extract lead ions from wastewater] [Text] // Himicheskii jurnal Kazahstana. – Vypusk 2(70). – 2020. – 170–179 p.

11 *Instruktsiya po ekspluatatsii DR-2800.* [Instructions for using the DR-2800] [Electronic resource]. – URL : <https://dv-expert.org/laboratornoe-oborudovanie/spektrofotometr/hach-lange/dr-2800>

Принято к изданию 15.09.23.

**Э. А. Камбарова, Х. А. Юсупова*

М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

Басып шығаруға 15.09.23 қабылданды.

СУДЫ МЫС КАТИОНДАРЫНАН ТАЗАРТУҒА АРНАЛҒАН МИНЕРАЛДЫ СОРБЕНТТЕР

Мақалада ағынды суларды мыс катиондарымен ластау мәселесі қарастырылады, бұл өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін өзекті мәселе. Ластанудың осы түрімен байланысты негізгі мәселелер зерттеледі,

сондай-ақ осы катиондардың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін ықтимал шешімдер ұсынылады. Минералды сорбенттердің әртүрлі түрлері және олардың ерітінділердегі мыс катиондарымен әрекеттесу мүмкіндігі қарастырылады. Ол сорбция механизмдерін, пайдаланылған минералды материалдардың сипаттамаларын және олардың құрылымын, сондай-ақ пайдалану жағдайларының процестің тиімділігіне әсерін егжей-тегжейлі талдайды. Зерттеу Судан мыс катиондарын кетіру үшін минералды сорбенттерді қолдану туралы жаңа бірегей түсініктер береді, бұл суды тазарту мен қоршаған ортаны қорғаудың тиімді жүйелерін дамыту үшін өте маңызды. Зерттеу үшін табиғи сорбенттер – Шанханай цеолиті және Кокс шунгиті қолданылды. Жүргізілген тәжірибелер құрамында мыс катионы бар суды тазартуда шунгит пен цеолиттің тиімділігін көрсетті. Зерттеу модельдік ерітіндінің концентрациясына және тазарту уақытына байланысты ластанған мыс катиондарымен суды тазарту сапасын бағалау бойынша тәжірибелер жүргізді. Минералды сорбенттерді қолдана отырып, құрамында мыс катионы бар модельдік ерітінділер бойынша жүргізілген тәжірибелердің нәтижелері РН мен сорбция уақытының ең қолайлы мәндерін көрсетті.

Кілтті сөздер: минералды (табиғи) сорбенттер, Шанханай цеолиті, Кокс шунгиті, мыс катионы, адсорбция процесі.

**E. A. Kambarova, Kh. A. yussupova*

M. H. Dulati Taraz Regional University,
Republic of Kazakhstan, Taraz.

Accepted for publication on 15.09.23.

MINERAL SORBENTS FOR WATER PURIFICATION FROM COPPER KATIONS

The article will consider the issue of wastewater pollution with copper cations, which is an urgent problem for industrial enterprises. The main problems associated with this type of pollution will be studied, and possible solutions will be proposed to minimize the negative impact of these cations on the environment. Various types of mineral sorbents and their possibility of interaction with copper cations in solutions are considered. It analyzes in detail the sorption mechanisms, the characteristics of the mineral materials used and their structure, as well as the impact of operating

conditions on the efficiency of the process. The study provides new unique insights into the use of mineral sorbents to remove copper cations from water, which is important for the development of effective water treatment systems and environmental protection. For the study, natural sorbents were used – Shanghai zeolite and Koksushungite. Experiments have shown the effectiveness of shungite and zeolite in the purification of water containing copper cation. The study conducted experiments to assess the quality of water purification with contaminated copper cations, depending on the concentration of the model solution and the purification time. The results of experiments conducted on model solutions containing copper cation using mineral sorbents showed the most favorable values of pH and sorption time.

Keywords: mineral (natural) sorbents, Shanghai zeolite, Koksushungite, copper cation, adsorption process.

Теруге 15.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,13 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,90.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4185

Сдано в набор 15.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

2,13 МБ RAM

Усл. п. л. 9,90. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4185

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz