

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

№ 4 (2021)

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/SXQH9045>

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

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 87.53.13

<https://doi.org/10.48081/THRD3997>**С. Р. Масакбаева¹, *Ж. А. Оскембаева²**^{1,2}Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

**СУЩЕСТВУЮЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

В данной статье представлена информация о существующем положении по очистке сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе и наиболее перспективные технологии применимые на предприятии. Сбор информации был произведен в рамках магистерской диссертации «Повышение эффективности процесса очистки промышленных сточных вод». В статье описываются технологические, технические и исторические аспекты комплекса сооружений по сбору и очистке сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе, а также приведена информация о системах: механической очистки сточных вод, двух систем биологической очистки и общей системы очистки нефтешлама. Представлены описания промышленным сточным водам и системам канализации на предприятии. В разделе материалы и методы можно увидеть технологические описания очистных сооружений: производительность и расход сточных вод, принципиальная аппаратурно-технологическая схема II-ой системы сооружений механической очистки сточных вод. В разделе результаты и обсуждения приведена информация о системах канализации на Павлодарском нефтехимическом заводе, был рассмотрен процесс коагуляции с использованием неорганического и органического коагулянтов, их общая характеристика, расход на производстве, применение, преимущества и недостатки при использовании в процессе коагуляции.

Ключевые слова: очистные сооружения, сточные воды, биологическая очистка стоков, механическая очистка стоков, физико-химическая очистка сточных вод.

Введение

В настоящее время экология становится стратегической отраслью, влияющей на все сферы политического и экономического благополучия государства.

Предприятия нефтехимического комплекса являются крупнейшими загрязнителями окружающей среды и, в том числе, водоемов на территории Казахстана. Сточные воды нефтеперерабатывающих заводов отличаются разнообразием вредных, токсичных веществ, таких как нефтепродукты, фенолы, сульфиды, которые, попадая в водоемы, наносят большой ущерб природе и населению, оказывая влияние даже на социальную сторону жизни [1].

Нефтепродукты представляют наибольшую токсикологическую опасность для водных экосистем Казахстана. В зависимости от состава нефтепродуктов и времени контакта с водой их водорастворимая и коллоидная фракции (состоящие на 90 % из ароматических углеводородов) обнаруживаются в водоемах в концентрациях 0,5–40 мг/л.

Разработка и применение новых технологий, увеличение эффективности очистки сточных вод НПЗ от растворимых и дисперсных органических загрязнений весьма актуальны [2].

В данной статье произведен анализ существующего положения по очистке сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе и наиболее перспективные технологии применяемые на предприятиях нефтепереработки.

Материалы и методы

Комплекс сооружений по сбору и очистке сточных вод ПНХЗ был запущен в эксплуатацию в 1976 году. Он предусматривает сооружения механической, физико-химической и биологической очистки (в эксплуатации с 1981 года) для очистки промышленных сточных вод завода [3].

Сточные воды ПНХЗ по характеру загрязнений подразделяются на промливневые сточные воды и стоки электрообессоливающей установки. Для сбора сточных вод на ПНХЗ существуют две отдельные системы канализации.

В I системе канализации направляются нейтральные стоки, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями от установок ЛК-6У, комплекса КТ-1, установки производства водорода, установки производства серы, установки производства битумов, промывочно-пропарочной станции,

товарно-сырьевых парков, продувочной линии охлаждающей воды, а также ливневые сточные воды с территории завода.

Во II систему канализации направляются сточные воды от блока подготовки нефти (электрообессоливающая установка) установки ЛК-6У, сернистые щелочные стоки с блоков зашлачивания комплекса КТ-1, дренажные стоки с площадок ПНХЗ, сточные воды после смыва с эстакад налива, сточные воды после промывочно-пропарочной станции, а также технологический конденсат [4].

Очистка сточных вод I и II систем канализации производится отдельно.

Существующий комплекс очистных сооружений состоит из двух систем механической очистки, двух систем биологической очистки и общей системы очистки нефтешлама.

Проектная производительность сооружений механической очистки:

- по I системе – 470 м³/час;
- по II системе – 230 м³/час.

Фактический расход сточных вод:

- по I системе – 570 м³/час;
- по II системе – 250 м³/час.

Комплекс сооружений механической очистки включает в себя:

- сооружения механической очистки (песколовки, нефтеловушки, радиальные отстойники, подземные резервуары для приема сточных вод);
- сооружения физико-химической очистки (реагентное хозяйство, флотационные установки, камеры смешения сточных вод);
- парк разделочных резервуаров с теплообменниками;
- насосная станция;
- аварийные амбары и шламонакопители;
- установка переработки нефтешлама (фирмы «Flottweg»).

На сооружениях механической очистки происходит выделение нерастворенных минеральных и органических примесей методом отстаивания. При этом загрязнение сточных вод, поступающих с завода, уменьшается до величины, при которой можно производить физико-химическую очистку [5].

Физико-химическая очистка предназначена для удаления из сточной воды, прошедшей механическую очистку, мелкодисперсных и коллоидных частиц нефтепродуктов и механических примесей.

Для разных видов промышленных сточных вод применяется определенные физико-химические методы – коагуляция, флокуляция, флотация, адсорбция, ионообменные методы, обратноосмотическая очистка [6].

На ПНХЗ физико-химическая очистка сточных вод сочетает в себе два метода:

- укрепление агрегатов частиц коллоидной системы при помощи введения в сточные воды коагулянта алюминия сернокислого;
- флотация сточной воды после коагулирования, при которой происходит вынос агрегатов частиц загрязнений, прилипших к разделу фаз пузырьков воздуха и сточной воды.

Эксплуатация существующих сооружений механической очистки – это непрерывный процесс, а остановка отдельного оборудования для технического обслуживания или реконструкции приводит к значительному увеличению нагрузки на остальное оборудование и снижению качества очищенных сточных вод. Избыточный активный ил отводится на иловые площадки. Принципиальная аппаратурно-технологическая схема II-ой системы сооружений механической очистки сточных вод ПНХЗ приведена на рисунке 1 [7].

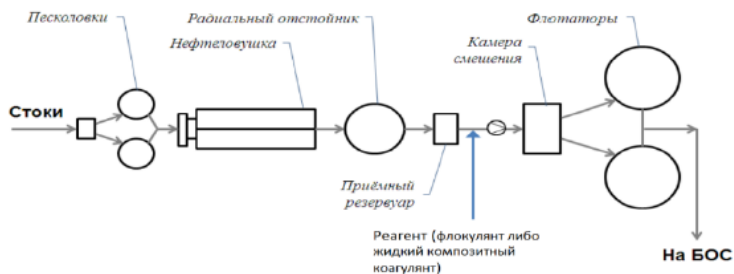


Рисунок 1 – Принципиальная аппаратурно-технологическая схема II-ой системы сооружений механической очистки сточных вод ПНХЗ

Метод напорной флотации заключается в насыщении сточной воды воздухом под избыточным давлением и последующим резким снижением давления до атмосферного. Выделяющиеся при этом пузырьки флотируют частицы загрязнений на поверхность сточных вод. Количество образующейся при этом пены зависит от характера примесей сточных вод. Воздух в очищаемую воду подается во всасывающие трубопроводы из атмосферы эжекторами, установленными перед насосами [8].

Для лучшего удаления из сточных вод эмульгированных и суспензированных частиц (диаметром менее 100 мкм) одновременно

с флотацией используется коагуляция. Повысить эффективность водоподготовки помогает метод очистки воды коагуляцией.

Коагуляция – слипание частиц загрязнений со специальными минеральными веществами, в результате чего укрупняются агрегаты частиц в сточных водах, которые удаляются затем на установке флотации. Коагулирование обеспечивает лучшее выпадение загрязнений в осадок, тем самым ускоряя дальнейшее осаждение и фильтрацию [9]. Это становится возможным при добавлении специальных реагентов – коагулянтов.

В современной практике для нарушения агрегативной устойчивости коллоидных примесей применяют неорганические коагулянты и/или органические полиэлектролиты или флокулянты. Неорганические коагулянты отлично растворяются в воде, безопасны, продаются по невысокой цене, но недостатком является значительный расход коагулянтов, большой объем получающегося осадка. Применение флокулянтов в качестве самостоятельных коагулирующих агентов имеет ряд преимуществ таких как: меньшее количество образуемого осадка, обеспечивают стабилизацию растворов при значительно меньших количествах реагента, работают в большом диапазоне pH, увеличивают скорость разделения жидкой и твердой фаз, а из недостатков – высокая цена [10].

Результаты и обсуждение

В ходе работы нами подробно был изучен процесс коагуляции с использованием неорганического коагулянта и органического полиэлектролита.

На производстве в основном широко используется реагент – сульфат алюминия (неорганический коагулянт). Его характеристика приведена в ГОСТе 12966 (сорт I) [11].

Расход коагулянта (сульфат алюминия) I системы очистки составляет – 0,05 кг/м³, II системы – 0,1 кг/м³.

Сульфат алюминия является коагулянтом, снижая заряд диспергированных частиц помогает диспергированным частицам агломерировать для лучшего отделения взвешенных частиц от воды. Совместно со взвешенными частицами захватывается некоторая доля нефтепродуктов, диспергированных в очищаемой воде. При дозировании в воду, сульфат алюминия диссоциирует по следующей реакции:



Из реакции видно, что в очищаемой воде увеличивается количество сульфатов и снижается pH у воды. Так как значительная часть очищаемой

воды используется в качестве подпитки биологической очистки воды, то происходит постепенное накопление сульфатов в цикле, и как следствие, увеличение солесодержания воды. Увеличение солесодержания воды и снижение pH воды увеличивает коррозионную активность воды по отношению к технологическому оборудованию. Так же, при использовании неорганических коагулянтов, практически всегда происходит проскок алюминия дальше по системе. Остаточный алюминий накапливается в активном или биологической ступени и при достижении токсической концентрации способен значительно снизить эффективность биологической очистки. Любые металлы, при накоплении их в активном или, оказывают ингибирующее влияние на ферментативные реакции, благодаря которым происходит биологическая очистка. Проскок свободного алюминия в биологической очистке воды приводит к значительному снижению эффективности антикоррозионной защиты оборотной системы.

В настоящее время одним из эффективных способов интенсификации технологий очистки сточных вод является использование органических коагулянтов (органических полиэлектролитов). Несмотря на то, что они уже давно применяются в процессах очистки сточных вод, масштабы их применения совершенно не соответствуют тем важным технологическим преимуществам, которыми они обладают по сравнению с неорганическими коагулянтами. Применение органических коагулянтов позволяет повысить производительность, надежность и стабильность работы очистных сооружений при низких температурах, а также проводить более глубокую доочистку воды. При этом их расход в разы ниже, чем неорганических коагулянтов.

Органические коагулянты представляют собой полимеры, обладающие высоким катионным зарядом, который необходим для дестабилизации отрицательно заряженных коллоидных частиц и обеспечения быстрого хлопьеобразования.

На сегодняшний день продукция компании SNF Floerger и их продукция Floram считается одним из ведущих в мире, в области производства коагулянтов и флокулянтов; флокулянт – органический, синтетический, высокомолекулярное соединения на основе полиакриламида. Являясь амфотерным полиэлектролитом, полиакриламид способен диссоциировать в зависимости от pH среды.

Расход органического коагулянта равен: в летнее время – 0,4 мг/л, в весеннее время – 1,5 мг/л.

Органические коагулянты по сравнению с неорганическими обладают рядом преимуществ:

- обеспечивают эффективный результат при значительном снижении дозы (до 10 крат);

- не изменяют pH обрабатываемой воды;

- снижают до минимума объем образуемого осадка и т.д.

Органические коагулянты и флокулянты широко используются в практике подготовки питьевой воды, очистке сточных вод и обезвреживании осадков [12].

Выводы

В настоящее время для очистки сточных вод сульфат алюминия получил широкое применение. На ряду с такими преимуществами как: относительно низкая стоимость, простота получения, хорошая растворимость, отсутствие особых требований к обращению с сухим и растворенным продуктом, высокая эффективность при очистке воды, негорючий, пожаро- и взрывобезопасный. Однако при использовании их на производстве сталкиваются с такими недостатками и проблемами как:

- чувствительность к температуре;

- чувствительность к pH обрабатываемой воды;

- появление осадков на стенках трубопроводов, подающих растворы и ежемесячная необходимость промывания трубопроводов водой;

- увеличение коррозионной активности воды по отношению к технологическому оборудованию;

- раздражение верхних дыхательных путей при поступлении пыли сульфата алюминия в организм человека.

Исходя из вышеизложенного, возникает необходимость проведения физико-химического и экономического анализа для рассмотрения вопроса о замене коагулянта сульфата алюминия, который используется для коагуляции очищаемых сточных вод на органические полиэлектролиты с целью повышения эффективности процесса очистки сточных вод предприятий нефтепереработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ТОО «Павлодарский нефтехимический завод». [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pnhz.kz/> (Дата обращения 15.02.2022).

2 Водопотребление и водоотведение. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/ (Дата обращения 15.02.2022).

3 Технологический регламент цеха водоснабжения и канализации ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2019. – 48 с.

4 Инженерные решения очистки сточных вод. [Электронный ресурс]. – URL: <https://myproject.msk.ru/ru/tehnologii/ochistka-proizvodstvennyh-stochnyh-vod/> (Дата обращения 15.02.2022).

5 «Доклад генерального директора ТОО «ПНХЗ» о производственно-хозяйственной и социально значимой деятельности за I полугодие 2018 года», 2018. – 11 с.

6 Технологический регламент установки производства серы и общезаводского хозяйства ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2019. – 71 с.

7 Технологический регламент комплекс сооружений механической очистки промышленных стоков ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 66 с.

8 Технологический регламент комплекс сооружений биологической очистки промышленных стоков ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 59 с.

9 Современные методы очистки территории от нефтяных загрязнений. Утилизация отходов. Аналитический контроль. – М. : Институт микроэкономики, 1996. – 160 с.

10 **Яблокова, М. А., Петров, С. И.** Комплексная технология очистки сточных вод от масло-нефтепродуктов. – М. : Химия, 2003. – Т. 80. – № 11 – 54 с.

11 ГОСТ 12966-85 Аллюминий сульфат технический очищенный – М. : Стандартиформ, 2008. – 27 с.

12 **Настенко, А. О., Зосуль, О. И.** Современные коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод. – М. : Химия, 2015. – 257 с.

REFERENCES

1 ТОО «Pavlodarskij neftekhimicheskij zavod» [«Pavlodar Oil Chemistry Refinery» LLP] [Electronic resource]. – URL: <https://www.pnhz.kz/> (Date of application 15.02.2022).

2 Vodopotreblenie i vodootvedenie [Water consumption and sanitation] [Electronic resource]. – URL: https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/ (Date of application 15.02.2022).

3 Tekhnologicheskii reglament tsekha vodosnabzheniya i kanalizaii ТОО «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations of the water supply and sewerage workshop of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2019. – 48 p.

4 Inzhenernye resheniya ochistki stochnykh vod [Engineering solutions for wastewater treatment] [Electronic resource]. – URL: <https://myproject.msk.ru/ru/tehnologii/ochistka-proizvodstvennykh-stochnykh-vod/> (Date of application 15.02.2022).

5 «Doklad generalnogo direktora TOO «PNKhZ» o proizvodstvenno-khozyajstvennoi i sotsialno znachimoi deyatel'nosti za I polugodie 2018 goda» [Report of the General Director of POCH LLP on the production, economic and socially significant activities for the first half of 2018]. – 2018. – 11 p.

6 Tekhnologicheskii reglament ustanovki proizvodstva sery i obshhezavodskogo khozyaistva TOO «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the sulfur production unit and off-site facilities of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2019. – 71 p.

7 Tekhnologicheskii reglament kompleks sooruzhenii mekhanicheskoi ochistki promyshlennykh stokov TOO «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the complex of facilities for mechanical treatment of industrial wastewater of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2020. – 66 p.

8 Tekhnologicheskii reglament kompleks sooruzhenii biologicheskoi ochistki promyshlennykh stokov TOO «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the complex of facilities for the biological treatment of industrial wastewater of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2020. – 59 p.

9 Sovremennye metody ochistki territorii ot neftyanykh zagryaznenii. Utilizatsiya otkhodov. Analiticheskii kontrol. [Modern methods of cleaning the territory from oil pollution. Recycling. Analytical control]. – Moscow : Institute of Microeconomics, 1996. – 160 p.

10 **Yablokova, M. A., Petrov, S. I.** Kompleksnaya tekhnologiya ochistki stochnykh vod ot maslo-nefteproduktov [Integrated technology for wastewater treatment from oil products // Chemical industry]. – Moscow : Standartinform, – 2003. Vol. 80. – No. 11. – 54 p.

11 GOST 12966-85 Alyuminii sulfat tekhnicheskii ochishhennyi [GOST 12966-85 Purified technical aluminum sulfate]. – Moscow : Standartinform, 2008. – 27 p.

12 **Nastenkov, A. O., Zosul, O. I.** Sovremennye koagulyanty i flokulyanty v ochistke prirodnnykh i stochnykh vod. [Modern coagulants and flocculants in the treatment of natural and waste water] // International Student Scientific Bulletin]. – 2015. – No. 3–4.

Материал поступил в редакцию 20.12.21.

С. Р. Масакбаева¹, *Ж. А. Оскембаева²

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 20.12.21 баспаға түсті.

МҰНАЙ ӨНДЕУ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ АҒЫНДЫ СУЛАРЫН ТАЗАЛАУ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ

Бұл мақалада Павлодар мұнай-химия зауытындағы ағынды суларды тазартудың ағымдағы жағдайы және кәсіпорында қолданылатын ең перспективалы технологиялар туралы ақпарат берілген. Ақпаратты жинақтау «Өндірістік ағынды суларды тазарту процесінің тиімділігін арттыру» атты кандидаттық диссертация аясында жүзеге асырылды. Мақалада Павлодар мұнай-химия зауытындағы ағынды суларды жинау және тазарту құрылыстары кешенінің технологиялық, техникалық және тарихи аспектілері сипатталған, сондай-ақ ағынды суларды механикалық тазарту, екі биологиялық тазарту жүйесі және мұнай шламын жалпы тазарту жүйесі туралы ақпарат берілген. Кәсіпорындағы өндірістік ағынды сулар мен кәріз жүйелерінің сипаттамасы берілген. Материалдар мен әдістер бөлімінде тазарту құрылыстарының технологиялық сипаттамасын көруге болады: ағынды сулардың өнімділігі мен шығыны, ағынды суларды механикалық тазарту құрылыстарының екінші жүйесінің негізгі аспаптық және технологиялық схемасы. Нәтижелер мен талқылау бөлімінде Павлодар мұнай-химия зауытындағы кәріз жүйелері, бейорганикалық және органикалық коагулянттарды қолдану арқылы коагуляция процесі, олардың жалпы сипаттамасы, өндіріс шығындары, қолдану жолдары, коагуляция процесінде пайдалану кезіндегі артықшылықтар мен кемшіліктер қарастырылды.

Кілтті сөздер: тазарту құрылыстары, ағынды сулар, ағынды суларды биологиялық тазарту, ағынды суларды механикалық тазарту, ағынды суларды физикалық және химиялық тазарту.

S. R. Massakbayeva¹, *Zh. A. Oskembayeva²

^{1,2}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 20.12.21.

THE PRESENT STATUS AND PROSPECTS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE WASTEWATER TREATMENT PROCESS OF OIL REFINING ENTERPRISES

This article provides information on the current state of wastewater treatment at the Pavlodar Petrochemical Plant and the most promising technologies applicable at the enterprise. The collection of information was carried out within the framework of the master's thesis «Improving the efficiency of the industrial wastewater treatment process». The article describes the technological, technical and historical aspects of the complex of wastewater collection and treatment facilities at the Pavlodar Petrochemical Plant, as well as information on the systems: mechanical wastewater treatment, two biological treatment systems and a general oil sludge treatment system. Descriptions of industrial wastewater and sewerage systems at the enterprise are presented. In the materials and methods section, you can see the technological descriptions of the treatment facilities: the productivity and consumption of wastewater, the principal instrumental and technological scheme of the second system of mechanical wastewater treatment facilities. In the results and discussion section, information is provided on sewage systems at the Pavlodar Petrochemical Plant, the coagulation process using inorganic and organic coagulants, their general characteristics, production costs, applications, advantages and disadvantages when used in the coagulation process were considered.

Keywords: treatment facilities, wastewater, biological wastewater treatment, mechanical wastewater treatment, physical and chemical wastewater treatment.

Теруге 20.12.2021 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2021 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

1,51 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,29.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3889

Сдано в набор 20.12.2021 г. Подписано в печать 30.12.2021 г.

Электронное издание

1,51 МБ RAM

Усл.п.л. 8,29. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3889

«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-pm.tou.edu.kz