

**ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2022)

---

**ПАВЛОДАР**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/UIQR5237>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

**С. Р. Масакбаева<sup>1</sup>, Р. М. Несмеянова<sup>2</sup>, \*Ж. А. Оскембаева<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Торайгыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КОАГУЛЯНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПРОДУКТОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ПАВЛОДАРСКОМ НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

*В данной статье представлен сравнительный анализ использования неорганических и органических коагулянтов при очистке сточных вод от продуктов нефтепереработки, взвешенных веществ на ТОО «Павлодарский нефтехимический завод». Сбор и анализ информации был произведен в рамках магистерской диссертации «Повышение эффективности процесса очистки промышленных сточных вод». 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 (I, II) на Павлодарском нефтехимическом заводе, стадии флотации для очищения сточных вод с применением неорганического коагулянта сульфат алюминия, некоторых негативных последствий его введения, а также реакции гидролиза при дозировании сульфата алюминия в сточную воду.*

*В разделе материалы и методы приведена информация о проведенных лабораторных испытаниях по замене сульфата алюминия на очиститель органического происхождения. Описана цель проведения опытно-промышленных испытаний и метод проведения лабораторных экспериментов.*

*В разделе результаты и обсуждения представлен вывод по показателям расходов флокулянта и коагулянта, а также достоинства очистителя органического происхождения.*

*Ключевые слова: сточные воды, органические коагулянты, неорганические коагулянты, очистные сооружения, механическая очистка, физико-химическая очистка.*

### **Введение**

Сточные воды ПНХЗ – воды с технологических установок, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями, а также ливневые сточные воды с территории завода.

Очистка сточных вод на Павлодарском нефтехимическом заводе производится в два этапа:

1) механическая очистка сточных вод предназначена для выделения нерастворенных минеральных и органических примесей методом отстаивания сточных вод. При этом загрязнение сточных вод, поступающих с завода,

уменьшается до величины, при которой можно производить физико-химическую очистку;

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

Сточные воды ПНХЗ по характеру загрязнений подразделяются на промливневые сточные воды и стоки электрообессоливающей установки. Соответственно на сооружениях механической очистки предусмотрено разделение сточной воды на две, несвязанные между собой системы [1].

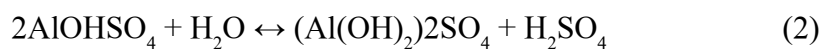
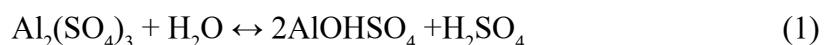
Производительность I системы – 470 м<sup>3</sup>/час; II системы – 230 м<sup>3</sup>/час.

I система канализации – нейтральные стоки, загрязненные нефтепродуктами и механическими примесями от установки ЛК-6У, комплекса КТ-1, установки производства водорода, установки производства серы, установки производства битумов, промывочно-пропарочной станции, товарно-сырьевых парков, ливневые воды с территории завода.

II система канализации – сточная вода от блока подготовки нефти установки ЛК-6У, сернисто-щелочные стоки с блоков защелачивания комплекса КТ-1, дренажные стоки с площадок ПНХЗ, сточная вода после смыва с эстакад налива, сточная вода после промывочно-пропарочной станции, технологический конденсат [1].

В настоящее время на стадии флотации для очищения сточных вод ТОО «ПНХЗ» применяется неорганический коагулянт сульфат алюминия. Использование сульфата алюминия влечёт за собой некоторые негативные последствия:

1) при дозировании сульфата алюминия в сточную воду, он (сульфат алюминия) гидролизует по следующим реакциям [2]:



При гидролизе сульфата алюминия в воду поступает значительное количество сульфатов, которое, при высокой степени повторного использования воды в качестве подпитки для блока оборотного водоснабжения приводит к значительному повышению солесодержания как подпитываемой, так и оборотной воды, что препятствует более эффективному её использованию. При гидролизе сульфата алюминия наблюдается значительное снижение рН воды, приводящее к увеличению коррозионной активности воды после флотаторов, и как следствие,

подпитывающей и оборотной воды, что снижает срок службы трубопроводов и оборудования;

2) остаточная гидроокись алюминия попадает на следующую стадию очистки – биологическую. Гидроокись алюминия биологически не разлагаема и накапливается в активном иле. Рост концентрации гидроокиси алюминия в активном иле негативно сказывается на ферментативной активности микроорганизмов, что снижает эффективность очистки на данной стадии [2];

3) флотпена, образуемая от применяемого ныне сульфата алюминия не подвергается разделению на установке переработки нефтешлама «Flottweg», что приводит к её накоплению в аварийных амбарах.

Очищенная физико-химическим методом сточная вода подается для доочистки на биологические очистные сооружения.

Стадия механической очистки необходима для удаления примесей из сточной воды, в том числе, тяжёлых нефтепродуктов, которые не могут быть удалены на следующей стадии биологической очистки из-за сложности разложения тяжёлых нефтепродуктов микроорганизмами и относительного небольшого времени нахождения воды на стадии биологической очистки [3].

В настоящее время наиболее перспективным направлением по устранению вышеперечисленных минусов является замена сульфата алюминия на коагулянт органического происхождения. В данной статье представлено сравнение и обоснование предложения замены сульфата алюминия на более прогрессивный органический коагулянт.

#### **Материалы и методы**

Целью проведения опытно-промышленных испытаний являлось:

- 1) определение возможности изменения типа реагента;
- 2) изучение влияния реагента на очистку сточной воды;
- 3) подтверждение правильности выбранного реагента и определение его эффективности на промышленных флотационных установках;
- 4) определение влияния реагента на активный ил биологической ступени очистных сооружений.

При проведении лабораторных экспериментов, был подобран органический коагулянт, способный удалить взвешенные вещества и нерастворённые нефтепродукты из очищаемой воды. Органические коагулянты не изменяют рН и солесодержание очищаемой воды и их эффективность мало зависит от температуры.

Предлагаемый к исследованию продукт – жидкий, полностью органический катионный коагулянт Налко 71307; рекомендуемая дозировка – 3,3 г/м<sup>3</sup>; обеспечивает оптимальное отделение взвешенных веществ, твердых и эмульгированных нефтепродуктов из сточной воды [4].

Подбор проводился методом гравитационного отстаивания. Основными характеристиками определения эффективности работы коагулянта при подборе являлись: скорость образования хлопка (флотошлама), его крупность, устойчивость к механической нагрузке, скорость осаждения.

Проведены лабораторные испытания по методу осветления жидкой фазы с помощью композиционного коагулянта отстаиванием в стаканах (Jar Test) в соответствии со стандартными методиками и процедурами.

В качестве исходной сточной воды использовали стоки, поступающие на флотаторы II-ой системы механической очистки стоков. Отстаивание в стаканах проводили на лабораторной установке «JLT4 Leaching test/ Jar test» фирмы «VELP Scientifica» с четырьмя лопастными мешалками и регулируемой скоростью вращения (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 – Лабораторная установка «JLT4 Leaching test/ Jar test» фирмы «VELP Scientifica»

Расход коагулянта Налко 71307 по системам канализации представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели расходов флокулянта Налко 71307 и коагулянта сульфат алюминия

Система канализации	Рекомендуемая дозировка, г/м <sup>3</sup>		Расход коагулянта, кг/сутки		Расход коагулянта, кг/год	
	Налко 71307	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Налко 71307	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Налко 71307	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
Первая канализационная система	3,3	50	47,52	960	17 344,8	350 400
Вторая канализационная система	3,3	10	19,8	96	7 227	35 040

### Результаты и обсуждение

Данные из таблицы 1 показывают, что расход коагулянта Налко 71307 значительно ниже (годовое потребление: первая канализационная система – на 20 раз; вторая канализационная система – на 4,8 раз) по сравнению с расходом коагулянта сульфат алюминия.

Лабораторное испытание провели при нормальной температуре окружающей среды. Предлагаемый реагент не требует предварительного приготовления раствора, достаточно использовать воду разведения для подачи продукта в поток перед флотационными машинами. При проведении лабораторных испытаний для приготовления рабочего раствора реагента использовалась очищенная вода

после флотаторов; ухудшения эффективности работы реагента не наблюдалось. Рекомендуемая концентрация реагента 0,1–0,2 %; не рекомендуется подавать флокулянт перед насосами подачи стока на флотационные машины. Перед принятием решения об использовании коагулянта на постоянной основе необходимо проведение промышленных испытаний, в ходе которых будет определена эффективная дозировка продукта. При лабораторном подборе невозможно смоделировать все нагрузки, которым подвергается сток в реальных условиях [6].

Флокулянты не изменяют pH и соленосодержание очищаемой воды, и их эффективность мало зависит от температуры.

На ТОО «ПНХЗ» в качестве коагулянта используется сульфат алюминия (глинозем)  $Al_2(SO_4)_3$ , растворимость в воде, которого при средней температуре ведения очистки 20 °С – 362 г / л [1]. Легко растворим в воде коагулянт сульфат алюминия при температуре от 35 до 40 °С и при температуре исходной воды ниже 4 °С в результате возрастания гидратации гидроксида алюминия процессы коагулирования ее примесей и декантации хлопьев замедляются, быстро засоряются фильтры, осадок гидроксида алюминия отлагается в трубах, остаточный алюминий попадает в фильтрат, а хлопья гидроксида. Также процесс коагуляции солями алюминия зависит от уровня кислотности и рекомендуется проводить при значении pH = 6,5–8,5. При более низких значения pH образуются частично растворимые основные соли, при более высоких – алюминаты. образуются в воде уже после подачи для потребления [7].

Не смотря на доступную, невысокую цену коагулянта сульфат алюминия, отмечаем значительно высокий расход по сравнению с органическим катионным флокулянтом Налко 71307.

### **Выводы**

Таким образом, можно сделать вывод о благотворном влиянии на очистку сточных вод замены сульфата алюминия на очиститель органического происхождения Налко 71307.

Можем утверждать, что стадия биологической очистки работает лучше, так как при одинаковом количестве нефтепродуктов, выходящем со стадии флотации, доля тяжёлых нефтепродуктов, при очистке флокулянтом ниже, а растворённых – выше, то есть количество питательных веществ в таком стоке выше, а также отсутствует эффект отравления ила остаточным сульфатом алюминия. На это указывает форма и состояние индикаторных микроорганизмов (инфузорий), а также увеличение видового состава. Флокулянт Налко 71307 биоразлагаем, в отличие от гидроокиси алюминия, которая накапливается в иле и приводит к снижению ферментативной активности. В отличие от сульфата алюминия, продукт Налко 71307 не является шламообразующим, то есть количество образующегося шлама меньше.

Эффективная доза Налко 71307, составила всего 3 грамма на тонну сточной воды; количество годового потребления флокулянта Налко 71307 предположительно будет в 20 раз меньше, чем сульфата алюминия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технологический регламент «Комплекс сооружений механической очистки промышленных стоков», ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 66 с.
- 2 Технологический регламент «Комплекс сооружений биологической очистки промышленных стоков», ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», 2020. – 59 с.
- 3 Механические способы очистки промышленных сточных вод и возможности их усовершенствования в современных условиях. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46560279> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 4 The NALCO Water Handblook / Nalco Company, Daniel J. Flynn Editor. 3rd Edition. – McGraw-Hill, 2009. – 1280 p.
- 5 Флокуляторы FC4S. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ecoinstrument.ru/catalog/peremeshivanie/flokulyatory/fc4s/> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 6 **Настенко, А. О., Зосуль, О. И.** Современные коагулянты и флокулянты в очистке природных и сточных вод. – М. : Химия, 2015. – 257 с.
- 7 Коагулянты для очистки сточных вод. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vseokraskah.net/ochistka/koagulyanty-dlya-ochistki-stochnyx-vod.html> (Дата обращения: 26.04.2022).
- 8 ГОСТ 12966-85 Алюминий сульфат технический очищенный – М. : Стандартинформ, 2008. – 27 с.
- 9 Водопотребление и водоотведение. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.pnhz.kz/ecology\\_and\\_safety/environmental\\_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/](https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/) (Дата обращения: 26.04.2022).
- 10 **Гетманцев, С. В.** Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 272 с.

## REFERENCES

- 1 Tekhnologicheskii reglament «Kompleks sooruzhenii mekhanicheskoi ochistki promyshlennykh stokov», ТОО «Pavlodarskii neftekhimicheskii zavod» [Technological regulations for the complex of facilities for mechanical treatment of industrial wastewater of Pavlodar Petrochemical Plant LLP]. – 2020. – 66 p.
- 2 Tekhnologicheskii reglament «Kompleks sooruzhenii biologicheskoi ochistki promyshlennykh stokov», ТОО «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.
- 3 Mekhanicheskie sposoby ochistki promyshlennykh stochnykh vod i vozmozhnosti ikh usovershenstvovaniya v sovremennykh usloviyakh [Mechanical methods of industrial wastewater treatment and the possibility of their improvement in modern conditions]. [Electronic resource]. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46560279> (Date of application: 26.04.2022).
- 4 The NALCO Water Handblook / Nalco Company, Daniel J. Flynn Editor. 3rd Edition. – McGraw-Hill, 2009. – 1280 p.



5 Flokulyatory FC4S [FC4S flocculators]. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ecoinstrument.ru/catalog/peremeshivanie/flokulyatory/fc4s/> (Date of application: 26.04.2022).

6 **Nastenka, A. O., Zosul, O. I.** Sovremennye koagulyanty i flokulyanty v ochildke prirodnykh i stochnykh vod. – Moscow : Himiya, 2015. – 257 p.

7 Koagulyanty dlya ochildki stochnykh vod. [Electronic resource]. – URL: <http://vseokraskah.net/ochistka/koagulyanty-dlya-ochistki-stochnykh-vod.html> (Date of application: 26.04.2022).

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

9 Vodopotreblenie i vodootvedenie. [Electronic resource]. – URL: [https://www.pnhz.kz/ecology\\_and\\_safety/environmental\\_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/](https://www.pnhz.kz/ecology_and_safety/environmental_protection/vodopotreblenie-i-vodootvedenie/) (Date of application: 26.04.2022).

10 **Getmantsev, S. V.** Ochildka promyshlennykh stochnykh vod koagulyantami i flokulyantami. [Purification of industrial wastewater with coagulants and flocculants]. – Moscow : Publishing House of the Association of Construction Universities, 2008. – 272 p.

Материал поступил в редакцию 06.06.22.

**С. Р. Масакбаева<sup>1</sup>, Р. М. Несмеянова<sup>2</sup>, \*Ж. А. Оскембаева<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 06.06.22 баспаға түсті.

## ПАВЛОДАР МҰНАЙ-ХИМИЯ ЗАУЫТЫНДА МҰНАЙ ӨНІМДЕРІНЕН АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУДА ӘР ТҮРЛІ КОАГУЛЯНТТАРДЫ ҚОЛДАНУ

*Бұл мақалада «Павлодар мұнай-химия зауыты» ЖШС мұнай өнімдерінің, қалқымалы заттардың ағынды суларын тазартуда бейорганикалық және органикалық коагулянттарды қолданудың салыстырмалы талдауы берілген. Ақпаратты жинау және талдау «Өндірістік ағынды суларды тазарту процесінің тиімділігін арттыру» магистрлік диссертациясының аясында жүзеге асырылды. Жүйелер туралы ақпарат берілген: ағынды суларды механикалық тазарту, екі биологиялық тазарту жүйесі және мұнай шламын жалпы тазарту жүйесі. Павлодар мұнай-химия зауытындағы өнеркәсіптік ағынды сулар мен кәріз жүйелерінің (I, II) сипаттамасы, бейорганикалық алюминий сульфаты коагулянтының көмегімен сарқынды суларды тазартудың флотациялық сатысы, сондай-ақ оны енгізудің кейбір жағымсыз салдары, сондай-ақ гидролиз реакциясы ағынды суларға алюминий сульфатын мөлшерлеу ұсынылған.*

*Материалдар мен әдістер бөлімінде алюминий сульфатын органикалық тазартқышпен алмастыру үшін орындалған зертханалық сынақтар туралы ақпарат берілген. Тәжірибелік сынақтарды жүргізудің мақсаты және зертханалық тәжірибелерді жүргізу әдісі сипатталған.*

*Нәтижелер мен талқылау бөлімінде флокулянт пен коагулянтты тұтыну көрсеткіштері, сондай-ақ органикалық тазартқыштың артықшылықтары туралы қорытынды берілген.*

*Кілтті сөздер: ағынды сулар, органикалық коагулянттар, бейорганикалық коагулянттар, тазарту құрылыстары, механикалық тазарту, физикалық және химиялық тазарту.*

**S. R. Massakbayeva<sup>1</sup>, R. M. Nesmeyanova<sup>2</sup>, \*Zh. A. Oskembayeva<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 06.06.22.

### **USE OF DIFFERENT TYPES OF COAGULANTS IN WASTEWATER TREATMENT FROM PETROLEUM PRODUCTS AT THE PAVLODAR PETROCHEMICAL PLANT**

*This article presents a comparative analysis of the use of inorganic and organic coagulants in the treatment of wastewater from oil products, suspended solids at Pavlodar Petrochemical Plant LLP. The collection and analysis of information was carried out within the framework of the master's thesis «Improving the efficiency of the industrial wastewater treatment process.» Information is provided on the systems: mechanical wastewater treatment, two biological treatment systems and a general oil sludge treatment system. Descriptions of industrial wastewater and sewage systems (I, II) at the Pavlodar petrochemical plant, the flotation stage for wastewater treatment using an inorganic aluminum sulfate coagulant, as well as some of the negative consequences of its introduction, as well as the hydrolysis reaction when dosing aluminum sulfate into wastewater are presented.*

*The Materials and Methods section provides information on laboratory tests performed to replace aluminum sulphate with an organic cleaner. The purpose of conducting pilot tests and the method of conducting laboratory experiments are described.*

*In the results and discussion section, a conclusion is presented on the indicators of flocculant and coagulant consumption, as well as the merits of the organic purifier.*

*Keywords: wastewater, organic coagulants, inorganic coagulants, treatment facilities, mechanical treatment, physical and chemical treatment.*

Теруге 06.06.22 ж. жіберілді. Басуға 30.06.22 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

8,9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 12,4. Таралымы 300 дана.

Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Искакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3964

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

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

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

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

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

<https://vestnik.tou.edu.kz/>

<http://stk.tou.edu.kz/>