

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

№ 1 (2026)

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/BGQF1966>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Ответственный секретарь Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Jan Micinski,	<i>д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);</i>
Surender Kumar Dhankhar,	<i>доктор по овощеводству, профессор (Республика Индия);</i>
Шаманин В. П.,	<i>д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);</i>
Азаренко Ю. А.,	<i>д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);</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

МАЗМҰНЫ
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS

«ХИМИЯ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»
SECTION «CHEMISTRY»

Авдикерим Н. К. Моделирование процесса полимеризации пропилена в каскаде реакторов CSTR	5
Альмагамбетов Е. М. Проблемы и решения в технологии производства МТБЭ: фокус на катализаторы	16
Нурсеитова А. М., Ермолдина Г. Т., Жумалынов К. А., Тауакелов Ч. А. Эколого-географический мониторинг растений на территории Костанайского региона	27

«БИОЛОГИЯ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»
SECTION «BIOLOGY»

Құршан А. Н., Бахтин М. М. Ауыз судың құрамындағы ауыр металдардың адам ағзасына әсері (әдеби шолу).....	42
Telzhanova A. A., Arynova Sh. Zh. The assessment of atmospheric air quality in Bozshakol mine area	55

«АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ» СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»
SECTION «AGRICULTURE»

Chirgin E. D., Semenov V. G., Baimukanov D. A., Assanbayev T. Sh., Sharapatov T. S. Analysis of dairy productivity of mares soviet, russian and lithuanian heavy-duty breeds	67
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Авторлар туралы ақпарат Сведения об авторах Information about the authors.....	81
Авторларға арналған ережелер Правила для авторов Rules for authors	87
Жарияланым этикасы Публикационная этика Publication ethics.....	99

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

МРНТИ 61.59.29

<https://doi.org/10.48081/BGQF1967>

*Н. К. Авдикерим

ТОО «Компания Нефтехим LTD»,
Республика Казахстан, г. Павлодар.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

*e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПРОПИЛЕНА В КАСКАДЕ РЕАКТОРОВ CSTR

В данной статье рассматривается разработка и апробация инженерной математической модели процесса полимеризации пропилена, реализуемого в каскадной системе реакторов идеального смешения CSTR с последовательной передачей материальных и энергетических потоков между отдельными ступенями каскада.

Основная цель – исследования заключается в получении воспроизводимой динамической модели, предназначенной для детального анализа кинетики реакции и переходных процессов на каждой стадии каскада, а также для обоснования параметров и последующей настройки систем ПИД-регулирования ключевых технологических показателей процесса.

Содержание статьи охватывает постановку задачи моделирования и формулировку принятых допущений, вывод и практическое применение материальных и тепловых балансных уравнений, описание численной реализации модели и используемых методов расчёта. Представлены результаты имитационного моделирования трёхступенчатого каскада реакторов D-3200 → D-3201 → D-3203 с подробной интерпретацией полученных графиков, динамических зависимостей и КРІ-таблиц. Также обсуждается применимость разработанной модели для задач инженерного анализа и управления технологическим процессом.

Выводы статьи сводятся к подтверждению адекватности модели для прогнозирования концентрационных профилей и

производительности по ступеням каскада, выделению функциональной роли каждой стадии и демонстрации практической пригодности модели для настройки контуров регулирования без риска вмешательства в работу реального промышленного объекта.

Ключевые слова: полипропилен, полимеризация пропилена, CSTR, каскад реакторов, математическое моделирование, кинетика, ПИД-регулирование, динамика процессов.

Обозначения

C_i – концентрация компонента i , моль/л

r – скорость реакции, моль/(л·с)

k – константа скорости реакции, 1/с

E_a – энергия активации, Дж/моль

τ – время пребывания, с

F – объёмный расход, л/с

V – объём реактора, л

X – степень превращения

STY – удельная производительность, г/(л·ч)

Введение

Полипропилен относится к числу наиболее массовых и востребованных полимеров, производство которого в последние десятилетия стабильно растёт. В промышленной практике полимеризация пропилена осуществляется в каскаде реакторов идеального смешения CSTR, что позволяет поэтапно управлять глубиной конверсии мономера и регулировать свойства конечного продукта. Сложность процесса обусловлена нелинейной кинетикой, высокой чувствительностью к температуре, составу сырья и времени пребывания, а также необходимостью строгого соблюдения технологических режимов [1;2].

Одним из наиболее эффективных инструментов анализа и оптимизации подобных процессов является математическое моделирование. Динамические модели реакторов позволяют прогнозировать концентрационные профили компонентов, оценивать переходные процессы, определять чувствительность к возмущениям и формировать рекомендации по настройке систем автоматического управления.

В данной работе рассматривается разработка модели полимеризации пропилена в каскаде трёх реакторов D-3200, D-3201 и D-3203. Модель базируется на степенной кинетике с использованием материальных балансов и решается численными методами. Основное внимание уделено анализу переходных процессов, распределению функций между стадиями каскада и применимости модели для обоснования ПИД-регулирования.

Материалы и методы

Постановка и допущения

Для описания процесса полимеризации пропилена в каскадной системе реакторов Модель описывает три последовательно соединённых реактора D-3200, D-3201 и D-3203 в изотермическом приближении за расчётный интервал. Приняты допущения: идеальное смешение в каждом аппарате; постоянство объёма и свойств в пределах интервала идентификации; отсутствие диффузионных ограничений в жидкой фазе. Продукты предыдущего аппарата служат входом следующего (каскадная связь) [3;4;5].

Кинетика и температурная чувствительность

Основная реакция задаётся укрупнённой степенной скоростью в виде

$$r = k(T) \cdot C_{C_3H_6}^a \cdot C_{H_2}^b$$

Формула 1 – Укрупнённое степенное уравнение скорости реакции

где температурная зависимость константы описывается выражением

$$k(T) = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{R \cdot T}\right)$$

Формула 2 – Уравнение Аррениуса для константы скорости

Здесь: k_0 – 1/с; E_a – Дж/моль; $R = 8,314$ Дж/(моль·К); T – К; показатели a и b – порядки по пропилену и водороду. Для каждой ступени допускается свой набор параметров $\{k_0, E_a, a, b\}$ при сохранении физической интерпретации [6;7;8].

Материальные балансы (изотермика, CSTR)

Для компонента i из множества $\{C_3H_6, H_2, PP\}$ на ступени j используется уравнение баланса в виде

$$\frac{dC_i}{dt} = \left(\frac{F_{in}}{V}\right) \cdot (C_{i_{in}} - C_i) + \nu_{C_i} \cdot r$$

Формула 3 – Уравнение материального баланса для CSTR

где $\nu_{C_3H_6} = -1$, $\nu_{H_2} = -a$ (эффективный расход водорода на реакцию, а в пределах 0–0,1), $\nu_{PP} = +1$.

Для полимерной фазы учитывается унос через тот же конвективный член, то есть выражение выше применимо и к РР с C_{PPm} для межступенчатого переноса.

Связь расхода и времени пребывания:

$$F_{in} = \frac{V}{\tau}$$

Формула 4 – Зависимость расхода от времени пребывания

Степень превращения пропилена определяется как

$$X_{C_3H_6(t)} = \frac{C_{C_3H_6in} - C_{C_3H_6(t)}}{C_{C_3H_6in}}$$

Формула 5 – Определение степени превращения пропилена

Численное решение и идентификация параметров

Система ОДУ интегрируется solve_ivp (BDF; альтернативно RK45) с контролем неотрицательности концентраций, ограничением шага и допусками $rtol \sim 1e-7$, $atol \sim 1e-9$. Параметры $\theta = \{k_0, E_a, a, b\}$ идентифицируются методом наименьших квадратов на соответствие целевым выходным концентрациям при фиксированном времени пребывания τ для каждой ступени [9;10]. Функция цели формируется как сумма квадратов невязок по ключевым компонентам в виде:

$$\Phi = \sum_i w_i \cdot (C_i^{model}(t=\tau; \theta) - C_i^{target}(t=\tau))$$

Формула 6 – Функция невязки для метода наименьших квадратов

В отсутствии указаний веса w_i берутся равными. Критерии корректности: (i) ошибка по СЗН6 и РР на $t=\tau$ не выше 5 %; (ii) устойчивость параметров по близким датам (умеренная вариация a и b , разумный диапазон k_0); (iii) монотонное убывание $C_{C_3H_6}(t)$ и рост $C_{PP}(t)$ в изотермической постановке.

Контуры управления (ПИД)

Для пуска/вывода на режим и управляемой остановки применяется ПИД-регулятор. Регулируемая величина – $C_{PP}(t)$ или $X_{C_3H_6}(t)$. Ошибка:

$$e(t) = SP(t) - PV(t)$$

Формула 7 – Ошибка между заданием и фактической величиной

где SP – задание (например, линейная траектория выхода на целевое значение к времени τ), PV – измеряемая величина. Управляющее воздействие по расходу записывается как

$$u_F(t) = K_{pe}(t) + K_{iINT}(e(t)dt) + \frac{K_{dd}(e)}{dt}$$

Формула 8 – Уравнение ПИД-регулятора

Программная реализация и термодинамическое обеспечение модели

Математическая модель процесса полимеризации пропилена разработана автором и реализована в среде Python 3.12. При построении модели использованы положения детерминированного математического моделирования химико-технологических процессов и классические модели реакторов идеального смешения.

Кинетическая схема полимеризации и структура реакционных стадий сформированы на основе литературных данных по моделированию процессов полимеризации пропилена с использованием катализаторов Циглера–Натта и адаптированы к условиям промышленной установки [6].

Численная реализация выполнена с использованием библиотек NumPy и SciPy. Интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений проводилось функцией solve_ivp методом BDF, устойчивым для жёстких систем. Идентификация кинетических параметров выполнялась методом наименьших квадратов с использованием процедуры least_squares. Контроль корректности решения обеспечивался ограничением неотрицательности концентраций и использованием малых допусков интегрирования ($rtol = 10^{-7}$, $atol = 10^{-9}$).

Термодинамический пакет для расчёта физико-химических свойств компонентов (плотность, теплоёмкость, молекулярная масса, энергия Гиббса, энтальпия) сформирован на основе базы данных компонентов Aspen HYSYS. Полученные термодинамические параметры использовались как входные данные математической модели, при этом непосредственное моделирование процесса в Aspen HYSYS не выполнялось.

Исходные данные по составу сырья, концентрациям компонентов и основным технологическим параметрам получены с действующей установки

производства полипропилена ТОО «Компания Нефтехим LTD» за период с 01.03.2025 по 30.03.2025 г.

Разработанная модель является авторской инженерной реализацией и не использует сторонние коммерческие пакеты моделирования для расчёта кинетики процесса.

Результаты и обсуждение

Калиброванная модель воспроизводит экспериментальные зависимости и распределение функций реакторов. Суммарная конверсия равна 0,40.

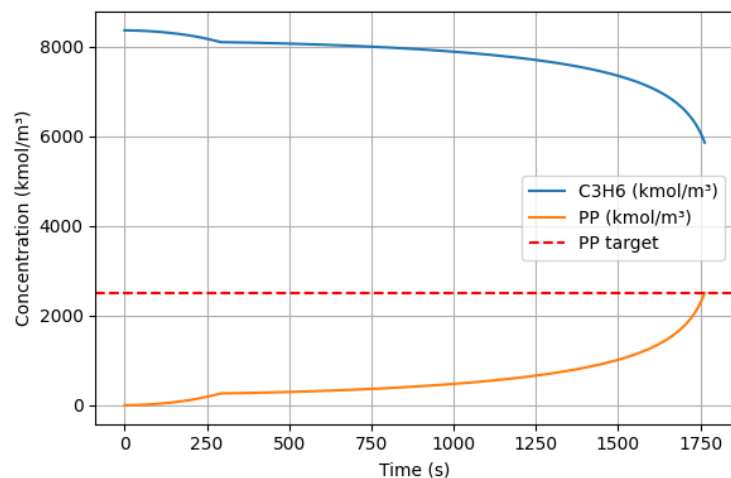


Рисунок 1 – Динамика концентрации $C_{\text{СЗН6}}$ и $C_{\text{РР}}$ в D-3200

В реакторе D-3200 реализуется стадия предварительной полимеризации. Средняя конверсия пропилена за исследуемый период составила 16 %, время достижения целевых концентраций – 965–987 с (среднее 974 с), что соответствует расчётному времени пребывания. Подобранные параметры кинетики устойчивы ($k_0 \approx 5,76 \cdot 10^{-4}$ 1/с, $a \approx 1,0$, $b \approx 0,1$), траектории концентраций монотонны. Полученные зависимости позволяют прогнозировать время выхода на режим и оценивать влияние подачи водорода.

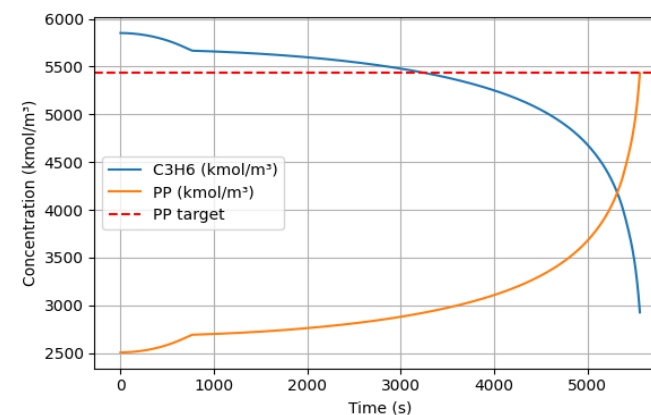


Рисунок 2 – Динамика концентрации $C_{\text{СЗН6}}$ и $C_{\text{РР}}$ в D-3201

Во втором реакторе конверсия возрастает до 24,6 %, что подтверждает его основную кинетическую нагрузку в каскаде. Снижение скорости реакции связано с уменьшением концентрации мономера.

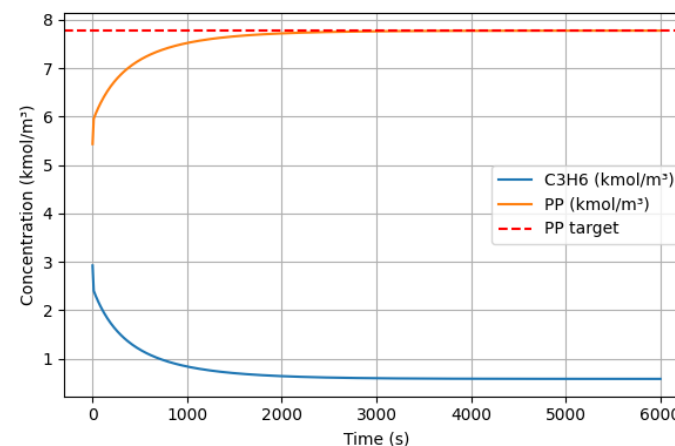


Рисунок 3 – Динамика концентрации $C_{\text{СЗН6}}$ и $C_{\text{РР}}$ в D-3203

Третья ступень выполняет доводочную функцию: дополнительная конверсия составляет 9,9 %, суммарная по каскаду – 40 %. Скорость реакции минимальна вследствие низкой концентрации пропилена.

Таблица 1 – KPI модели (конверсии, выходные концентрации, скорости реакции, STY)

Реактор	Конверсия (X)	, моль/л	, моль/(л·с)	STY, г/(л·ч)
D-3200	0,117	0,767	0,00019	0,4
D-3201	0,246	0,331	0,00008	0,2
D-3203	0,099	0,200	0,00005	0,3
Каскад	0,400	0,200	0,00005	0,9

Выводы

Разработана динамическая модель полимеризации пропилена в каскаде трёх реакторов CSTR D-3200, D-3201 и D-3203 на основе материальных балансов и степенной кинетики с температурной зависимостью по Аррениусу. Модель реализована в виде системы жёстких ОДУ и численно интегрируется методом BDF.

Показано, что модель воспроизводит распределение конверсии по ступеням каскада 0,117, 0,246 и 0,099 при суммарной степени превращения 0,40. В рабочем диапазоне эксплуатационных параметров обеспечивается устойчивость кинетических коэффициентов и физически корректное поведение концентрационных траекторий.

Модель применима для инженерного анализа, расчёта времени пребывания и предварительной настройки систем регулирования без вмешательства в работу промышленной установки.

Список использованных источников

1 **Abubaker, A. A., Mustafa, M. A.** Mathematical Modelling and Simulation of an Industrial Propylene Polymerization Batch Reactor. *Int. J. Chemical Engineering and Analytical Science*. 2016.–№ 1.–P. 10–17.

2 **Luo, Z. H., Zheng, Y., Cao, Z. K., Wen, S. H.** Mathematical modeling of the molecular weight distribution of polypropylene produced in a loop reactor. *Polymer Engineering & Science*, 2007.– Vol. 46. – P. 1643–1649. – <https://doi.org/10.1002/pen.20848>

3 **Racca, M., Rivarolo, M., Magistri, L., Traverso, A.** Analysis of polypropylene production process using Aspen Plus and Aspen Polymers. *Chemical Engineering Transactions*. – 2018. – P. 67–72. – <https://doi.org/10.1155/2018/6037804>

4 **Touloupides, V.** Mathematical Modelling and Simulation of an Industrial α -Olefins Catalytic Slurry Phase Loop-Reactor Series. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki. 2010.

5 **Zheng, Z. W., Shi, D. P., Su, P. L., Luo, Z. H., Li, X. J.** Steady-State and Dynamic Modeling of the Basell Multireactor Olefin Polymerization Process. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2011. –Vol.50.–P. 322–331. – <https://doi.org/10.1021/ie101699b>

6 **Ушева, Н. В., Мойзес, О. Е., Митянина, О. Е., Кузьменко, Е. А.** Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С. 17–70.

7 **Varshouee, G. H., Heydarinasab, A., Vaziri, A., Roozbahani, B.** Determining final product properties and kinetics studies of polypropylene polymerization by a validated mathematical model. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*. – 2018. – P. 579–594. – <https://dx.doi.org/10.4314/bcse.v32i3.16>

8 **Abbasi, M. R., Shamiri, A., Hussain, M. A.** A review on modeling and control of olefin polymerization in fluidized-bed reactors. *Reviews in Chemical Engineering*. 2018. –34.– P. 825–856. – <https://doi.org/10.1515/revce-2017-0040>

9 **Mattos Neto, A. G., Pinto, J. C.** Steady-state modeling of slurry and bulk propylene polymerizations. *Chemical Engineering Science*. 2001.–Vol. 56.– P. 4043–4057. – [https://doi.org/10.1016/S0009-2509\(01\)00076-8](https://doi.org/10.1016/S0009-2509(01)00076-8)

10 **Touloupides, V.** Catalytic Olefin Polymerization Process Modeling: Multi-Scale Approach and Guidelines for Micro-Scale/Kinetic Modeling. *Macromolecular Reaction Engineering*. 2014.– P. 508–527. – <https://doi.org/10.1002/mren.201300188>

Поступило в редакцию 28.01.26.

Поступило с исправлениями 11.02.26.

Принято в печать 31.03.26.

*Н. К. Авдикерим

«Нефтехим LTD компаниясы» ЖШС,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

28.01.26 ж. басыға түсті.

11.02.26 ж. түзетулерімен түсті.

31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ПРОПИЛЕННІҢ ПОЛИМЕРЛЕНУ ПРОЦЕСІН CSTR РЕАКТОРЛАРЫ КАСКАДЫНДА МОДЕЛЬДЕУ

Бұл мақалада жеке сатылар арасында материалдық және энергетикалық ағындардың тізбекті түрде берілуі жүзеге асырылатын идеалды араластырылатын CSTR реакторларының каскадтық жүйесінде жүретін пропиленнің полимерлену процесіне арналған инженерлік математикалық модельді әзірлеу және апробациялау қарастырылады.

Зерттеудің негізгі мақсаты – каскадтың әрбір сатысындағы реакция кинетикасын және өтпелі процестерді егжей-тегжейлі талдауға, сондай-ақ технологиялық процестің негізгі көрсеткіштерін ПИД-реттеу жүйелерінің параметрлерін негіздеуге және кейіннен баптауға арналған қайта өндірілуі мүмкін динамикалық модельді алу болып табылады.

Мақаланың мазмұны модельдеу есебін қоюды және қабылданған болжамдарды тұжырымдауды, материалдық және жылулық баланс теңдеулерін шығару мен оларды практикалық қолдануды, модельдің сандық жүзеге асырылуын және қолданылған есептеу әдістерін сипаттауды қамтиды. $D-3200 \rightarrow D-3201 \rightarrow D-3203$ үш сатылы реакторлар каскады үшін имитациялық модельдеу нәтижелері ұсынылып, алынған графиктер, динамикалық тәуелділіктер және KPI-кестелер егжей-тегжейлі талданады. Сонымен қатар, әзірленген модельдің инженерлік талдау және технологиялық процесті басқару міндеттерінде қолданылу мүмкіндігі қарастырылады.

Мақала қорытындылары каскад сатылары бойынша концентрациялық профильдер мен өнімділікті болжау үшін модельдің адекваттылығын растауға, әрбір сатының функционалдық рөлін анықтауға және нақты өнеркәсіптік объектінің жұмысына араласу тәуекелінсіз реттеу контурларын баптау үшін модельдің практикалық жарамдылығын көрсетуге бағытталған.

Кілтті сөздер: полипропилен; пропиленнің полимерленуі, CSTR, реакторлар каскады, математикалық модельдеу, кинетика, ПИД-реттеу, процестер динамикасы.

*N. Avdikerim

LLP «Company Neftekhim LTD»,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 28.01.26.

Received in revised form 11.02.26.

Accepted for publication 31.03.26.

MODELING THE PROPYLENE POLYMERIZATION PROCESS IN A CASCADE OF CSTR REACTORS

This article considers the development and validation of an engineering mathematical model of the propylene polymerization process implemented in a cascade system of continuously stirred tank reactors (CSTR) with sequential transfer of material and energy flows between individual stages of the cascade. The main objective of the study is to obtain a reproducible dynamic model intended for detailed analysis of reaction kinetics and transient processes at each stage of the cascade, as well as for substantiation of parameters and subsequent tuning of PID control systems for key technological process variables.

The content of the article covers the formulation of the modeling problem and adopted assumptions, derivation and practical application of material and heat balance equations, description of the numerical implementation of the model and applied calculation methods. The results of simulation modeling of a three-stage reactor cascade $D-3200 \rightarrow D-3201 \rightarrow D-3203$ are presented, accompanied by a detailed interpretation of the obtained graphs, dynamic dependencies, and KPI tables. The applicability of the developed model for engineering analysis and process control tasks is also discussed.

The conclusions of the article confirm the adequacy of the model for predicting concentration profiles and productivity across cascade stages, highlight the functional role of each stage, and demonstrate the practical suitability of the model for tuning control loops without the risk of interfering with the operation of a real industrial facility.

Keywords: polypropylene, propylene polymerization, CSTR, reactor cascade, mathematical modeling, kinetics, PID control, process dynamics.

<https://doi.org/10.48081/BGQF1968>

*Е. М. Альмагамбетов

ТОО «Компания Нефтехим LTD»,

Республика Казахстан, Павлодар.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2863-0476>

*e-mail: latimor808@gmail.com

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МТБЭ: ФОКУС НА КАТАЛИЗАТОРЫ

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) является одной из наиболее распространённых высокооктановых кислородсодержащих добавок к автомобильным бензинам, широко применяемых в нефтеперерабатывающей промышленности. Основным промышленным способом получения МТБЭ является реакция алкилирования изобутилена метанолом в присутствии кислотных катализаторов. Несмотря на высокую технологическую отработанность процесса, производство МТБЭ сопровождается рядом проблем, связанных с ограниченной термостабильностью традиционных ионообменных смол, их дезактивацией, трудностями теплоотвода, а также повышенными энергетическими затратами.

В статье проведён анализ существующих катализаторов, применяемых в технологии синтеза МТБЭ, рассмотрены механизмы их дезактивации и факторы, влияющие на селективность и конверсию сырья. Особое внимание уделено современным направлениям совершенствования катализаторов, включая использование цеолитных катализаторов, обладающих повышенной термической устойчивостью и эксплуатационной надёжностью. Показаны основные пути оптимизации технологических параметров процесса, такие как улучшение температурного режима, повышение качества сырья и внедрение энергоэффективных схем теплообмена.

Полученные выводы свидетельствуют о высокой перспективности применения новых каталитических материалов для повышения эффективности процесса синтеза МТБЭ, снижения эксплуатационных затрат и увеличения срока службы катализаторов. Результаты работы могут быть использованы

при модернизации действующих установок и разработке новых технологий производства МТБЭ.

Ключевые слова: МТБЭ, катализаторы, ионообменные смолы, цеолиты, нефтехимия, синтез эфиров, оптимизация процесса.

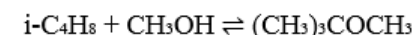
Введение

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) широко применяется в нефтеперерабатывающей промышленности в качестве октаноповышающей добавки к моторным топливам [1; 2]. Его использование способствует снижению детонации двигателя и улучшению экологических характеристик бензинов. Промышленное производство МТБЭ осуществляется посредством реакции алкилирования изобутилена метанолом в присутствии кислотных катализаторов [3].

Несмотря на широкое внедрение данной технологии, в процессе эксплуатации установок выявляются существенные недостатки, связанные с ограниченной термостойкостью катализаторов, их дезактивацией, а также высокими энергозатратами [4;5]. В связи с этим актуальной задачей является совершенствование катализатора и оптимизация технологических режимов процесса синтеза МТБЭ [6].

Материалы и методы

Реакция синтеза МТБЭ протекает по уравнению:



Процесс является обратимым и экзотермическим. Для смещения равновесия в сторону образования МТБЭ реакцию проводят при умеренных температурах (50–90 °С) и повышенном давлении, обеспечивающем жидкую фазу. В качестве катализаторов применяются сильнокислотные ионообменные смолы, активирующие двойную связь изобутилена.

Наиболее распространёнными промышленными катализаторами процесса синтеза МТБЭ являются сильнокислотные ионообменные смолы на основе сульфированных сополимеров стирола и дивинилбензола [7]. К типичным представителям относятся катализаторы серий Amberlyst, Lewatit, Dowex, Purolite, широко применяемые на нефтехимических установках [8].

Ионообменные смолы представляют собой пористую полимерную матрицу, содержащую сульфогруппы $-SO_3H$, которые выполняют роль активных кислотных центров. Основные характеристики данных катализаторов: высокая кислотность ($pK_a < -2$), развитая макропористая структура, высокая каталитическая активность, селективность по отношению к МТБЭ и возможность работы в жидкой фазе.

Активность смол обусловлена способностью сульфогрупп протонировать двойную связь изобутилена с образованием карбкатионного интермедиата, который далее реагирует с метанолом с образованием МТБЭ [9].

Ионообменные смолы обладают высокой селективностью (до 98–99 %), работают в мягких условиях реакции (50–90 °С), не подвергают оборудование коррозии, просты в эксплуатации, и имеют возможность к регенерации.

Благодаря этим свойствам ионообменные смолы долгое время остаются промышленным стандартом в технологии производства МТБЭ.

Несмотря на широкое применение, ионообменные смолы обладают рядом существенных недостатков.

К их недостаткам относятся:

1. Ограниченная термостойкость. Рабочая температура большинства смол не превышает 120 °С. При перегреве происходит разрушение полимерной матрицы, потеря сульфогрупп, что ведет к необратимой дезактивации катализатора.

2. Дезактивация в процессе эксплуатации по причине адсорбции тяжелых углеводородов, образования полимерных отложений, загрязнения сернистыми соединениями и механическим разрушением гранул.

3. Чувствительность к примесям сырья. Наличие диенов, сернистых соединений, воды и кислородсодержащих примесей в сырье приводит к быстрому снижению активности катализатора и сокращает срок его службы.

4. Ограниченный срок службы катализатора. Все вышеперечисленные недостатки ведут к необходимости полной замены катализатора. Средний срок службы данных катализаторов составляет 1-3 года.

Ионообменные катализаторы имеют возможность регенерации и восстановлению активности. Регенерация производится путем промывки метанолом, обработкой разбавленными кислотами и удалением смолистых отложений органическими растворителями. Однако полное восстановление активности часто невозможно, что обуславливает необходимость периодической замены катализатора [10].

Ниже представлен график падения активности катализатора в течении 18 месяцев эксплуатации.

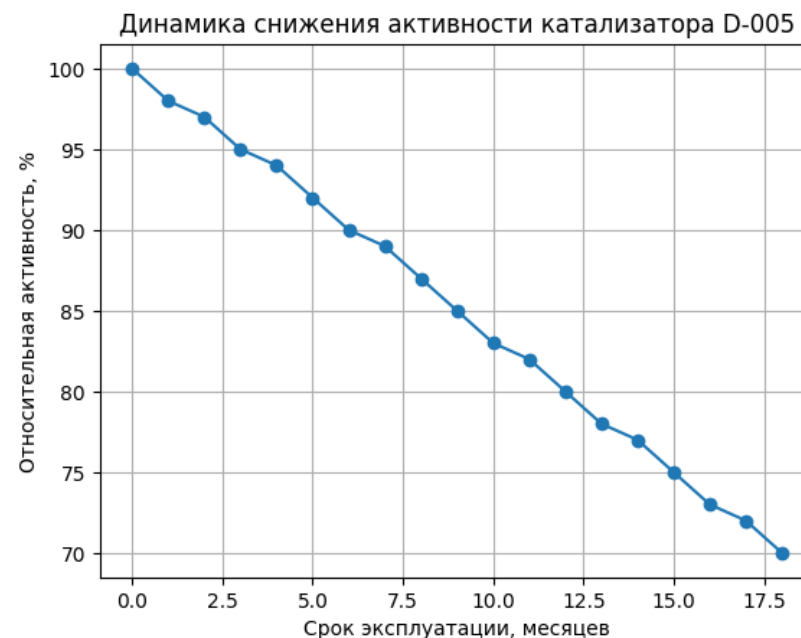


Рисунок 1 – Динамика снижения активности катализатора D-005 в процессе эксплуатации.

На рисунке 1 представлена динамика изменения относительной активности катализатора D-005 в процессе промышленной эксплуатации. Исходная активность принята за 100 %. В течение первых 6 месяцев наблюдается незначительное снижение активности, что связано с начальной адаптацией катализатора к условиям процесса.

После 6 месяцев эксплуатации скорость дезактивации возрастает, что обусловлено накоплением примесей, термическим старением и частичной нейтрализацией кислотных центров. К 12 месяцу активность снижается до 80 %, а к 18 месяцу – до 70 %, что соответствует критическому уровню и требует замены катализатора.

Полученные данные подтверждают ограниченный срок службы ионообменной смолы и необходимость строгого контроля качества сырья и технологического режима.

Характер реакции требует оптимального теплового режима, поскольку выделяющееся тепло может приводить к неравномерному распределению активных центров и снижению эффективности процесса.

Экзотермический характер реакции требует эффективного отвода тепла. При недостаточном охлаждении возникают локальные перегревы, способствующие ускоренной деградации катализатора.

Таким образом, ионообменные смолы остаются базовыми промышленными катализаторами процесса синтеза МТБЭ благодаря высокой активности и селективности. Однако их эксплуатационные ограничения стимулируют разработку альтернативных каталитических систем, таких как цеолиты и наноструктурированные твердые кислоты, способные обеспечить более стабильную и экономически эффективную работу установок.

Результаты и обсуждение

В последние годы особое внимание уделяется применению цеолитных катализаторов в технологии синтеза МТБЭ как альтернативы традиционным ионообменным смолам. Цеолиты представляют собой кристаллические алюмосиликаты с регулярной микропористой структурой, обладающие выраженными кислотными свойствами и высокой термической устойчивостью [11].

Кристаллическая решётка цеолитов образована тетраэдрами SiO_4 и AlO_4 , соединёнными общими атомами кислорода. Замещение кремния алюминием приводит к возникновению отрицательного заряда каркаса, который компенсируется катионами (H^+ , Na^+ , Ca^{2+} и др.). В протонной форме (H-цеолиты) цеолиты обладают брэнстедовскими кислотными центрами, способными катализировать реакции алкилирования, в том числе синтез МТБЭ. Наиболее перспективными для синтеза МТБЭ являются цеолиты: Beta (BEA), ZSM-5 (MFI), Y (FAU), Mordenite (MOR) [12].

Использование цеолитов обеспечивает ряд существенных преимуществ по сравнению с полимерными смолами таких, как высокая термостойкость (до 350–500 °C), устойчивость к органическим растворителям, низкая скорость дезактивации, возможность многократной регенерации прокаливанием, повышенная механическая прочность [13].

Благодаря этим свойствам цеолиты являются перспективными катализаторами для интенсификации процесса синтеза МТБЭ и увеличения срока службы каталитического слоя.

Несмотря на преимущества, цеолиты имеют определённые ограничения такие как меньшая активность при низких температурах по сравнению со смолами, диффузионные ограничения из-за микропористости, возможность закоксовывания активных центров.

Для устранения этих недостатков применяются методы модификации структуры за счет десиликации, создания мезопор и введением металлов (Zr, La, Ce), а также ионного обмена [14].

Ниже представлен график падения активности цеолитного катализатора в течении 18 месяцев эксплуатации.

Нелинейная динамика снижения активности цеолитного катализатора

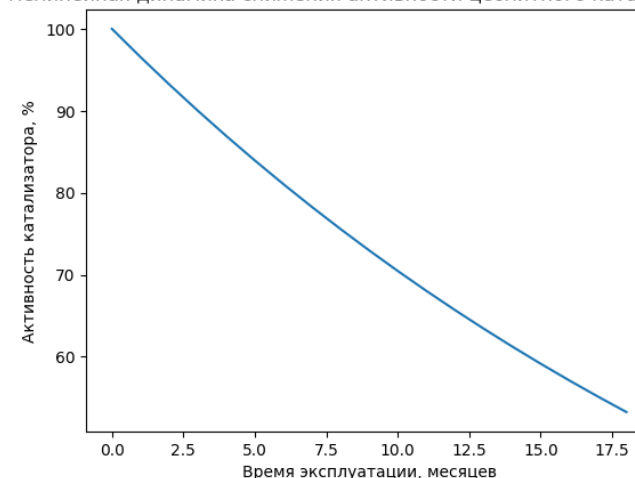
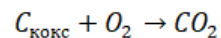


Рисунок 2 – График падения активности цеолитного катализатора в течении 18 месяцев эксплуатации

На рисунке 2 представлена динамика снижения активности цеолитного катализатора в течение 18 месяцев эксплуатации. Зависимость носит нелинейный экспоненциальный характер, что соответствует кинетике дезактивации твердых кислотных катализаторов. Наиболее интенсивное падение активности наблюдается в начальный период эксплуатации, что связано с быстрым образованием коксовых отложений и блокировкой кислотных центров. В дальнейшем скорость дезактивации снижается, и процесс переходит в квазистационарный режим.

Если сравнить два графика, то можно наблюдать, что активность и ионообменного и цеолитного катализатора снижается одинаково в течении 18 месяцев, однако цеолитный катализатор имеет огромное преимущество перед ионообменным катализатором за счет возможности эффективной регенерации. Различают несколько методов регенерации цеолитного катализатора:

1. Термическая регенерация, основанная на окислительном выжиге кокса в потоке воздуха или кислородсодержащего газа при температурах 450–600 °С [13; 15]:



Преимущества данного метода – высокая эффективность и простота реализации. Но имеется возможность перегрева и разрушения кристаллической решетки и снижения.

2. Паровая регенерация. Проводится обработкой перегретым водяным паром (300–450 °С), что способствует десорбции тяжелых углеводородов и частичному восстановлению пористой структуры кислотности активных центров.

3. Химическая регенерация. Основана на промывке катализатора органическими растворителями, кислотами или щелочами для удаления металлических отложений и сернистых соединений. Применяется ограниченно из-за высокой стоимости и сложности утилизации стоков.

На практике чаще всего используется метод комбинирования паровой очистки и окислительного выжига с дальнейшей термообработкой для стабилизации структуры. Данный подход обеспечивает максимальное восстановление активности и продление срока службы катализатора.

По данным промышленных испытаний, правильно проведенная регенерация позволяет восстановить 80–95 % начальной активности, увеличить срок службы катализатора в 2–3 раза и снизить эксплуатационные затраты на 30–40 %.

Таким образом, цеолитные катализаторы представляют собой перспективную альтернативу ионообменным смолам в технологии производства МТБЭ. Их высокая термостойкость, возможность регенерации и устойчивость к дезактивации делают их привлекательными для промышленного внедрения. Модифицированные цеолиты и иерархические структуры способны обеспечить высокую конверсию изобутилена и селективность по МТБЭ, что открывает новые возможности для модернизации действующих установок.

Также использование реакторов с эффективным охлаждением, таких как многопроходные теплообменники или трубчатые реакторы с внешним охлаждением, помогает поддерживать изотермические условия, сокращая тепловые градиенты и улучшая селективность процесса. Внедрение высокоэффективных технологических методов разделения (например,

адсорбции высокого разрешения или мембранных технологий) позволяет обеспечить более чистый изобутилен, что положительно отражается на стабильности катализа и конверсии. Установка механических каплеуловителей для колонн и улучшение теплообменных поверхностей помогают уменьшить унос продуктов и тепловые потери, что повышает конечную эффективность установки. Рециклирование энергии из отходящих потоков, применение теплообменников высокого КПД и интегрированные системы управления процессом позволяют существенно снизить энергетические затраты и повысить устойчивость производства. Также разработка новых каталитических материалов, таких как модифицированные цеолиты, наноструктурированные твердые кислоты и tandemные каталитические системы, открывает перспективы для дальнейшего повышения эффективности процесса, уменьшения количества побочных реакций и повышения срока службы катализатора.

Выводы

Производство МТБЭ остаётся важным технологическим процессом в современной нефтехимии. Его эффективность во многом определяется качеством катализатора, контролем теплообмена, составом сырья и продуманной системой ректификации. Современные подходы к оптимизации включают внедрение термостойких твердых катализаторов, улучшенный контроль температурного режима и энергоэффективные решения. Эти направления открывают путь к снижению затрат, повышению конверсии и устойчивости процесса.

Список использованных источников

- 1 **Weissermel, K., Arpe, H. J.** Industrial Organic Chemistry. 5th ed. – Weinheim: Wiley-VCH. – 2019. – P. 544.
- 2 **Adams, J. M., Martin, K., McCabe, R. W.** Methyl tert-butyl ether production. Clays and Clay Minerals. – 2024. – Vol. 72, № 3. – P. 215–223.
- 3 **Xu, X., Zheng, Y.** Kinetics of MTBE synthesis on acidic catalysts. Industrial & Engineering Chemistry Research. – 1995. – Vol. 34. – № 3. – P. 867–873.
- 4 **Harmer, M. A., Sun, Q.** Solid acid catalysis: theory and applications. Applied Catalysis A: General. – 2001. – Vol. 221. – P. 45–62.
- 5 **Okuhara, T.** Water-tolerant solid acid catalysts. Chemical Reviews. – 2002. – Vol. 102. – № 10. – P. 3641–3666.
- 6 **Gates, B. C.** Catalytic Chemistry. New York: Wiley. – 2018. – P. 520.
- 7 **Bartholomew, C. H.** Mechanisms of catalyst deactivation. Applied Catalysis A: General. – 2001. – Vol. 212. – P. 17–60.

8 **Breck, D. W.** Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry, and Use. New York: Wiley. – 1974. – P. 771.

9 **Corma, A.** From microporous to mesoporous molecular sieve materials. Chemical Reviews. – 1997. – Vol. 97. – № 6. – P. 2373–2419.

10 **Sastre, G., Fornes, V., Corma, A.** Zeolite catalysts for ether synthesis. Journal of Catalysis. – 2003. – Vol. 216. – № 1–2. – P. 3–14.

11 **Dumesic, J. A., Rudd, D. F.** Catalyst Regeneration. London: Academic Press. – 2015. – P. 386.

12 **Busca, G.** Acid catalysts in hydrocarbon processing. Catalysis Today. – 2014. – Vol. 226. – P. 2–13.

13 **Fogler, H. S.** Elements of Chemical Reaction Engineering. 5th ed. Boston: Pearson. – 2020. – P. 960.

14 MTBE process catalyst parameters. Reactive Polymers. – 1986. – Vol. 4. – № 2. – P. 115–123.

15 **Walsh, D. E.** MTBE synthesis on BEA type zeolites. Journal of Catalysis. – 2010. – Vol. 272. – № 2. – P. 212–220.

Поступило в редакцию 30.01.26.

Поступило с исправлениями 04.02.26.

Принято в печать 31.03.26.

*Е. М. Альмагамбетов

«Компания Нефтехим LTD» ЖШС,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

30.01.26 ж. баспаға түсті.

04.02.26 ж. түзетулерімен түсті.

31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

MTBE ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДАҒЫ МӘСЕЛЕЛЕР МЕН ШЕШІМДЕР: КАТАЛИЗАТОРЛАРҒА БАҒЫТ

Метилтрет-бутил эфирі (MTBE) – мұнай өңдеу өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын автомобиль бензиніне арналған ең көп таралған жоғары октанды оттегімен қаныққан қоспалардың бірі. MTBE өндірудің негізгі өнеркәсіптік әдісі – изобутиленді қышқыл катализаторларының қатысуымен метанолмен алкилдеу. Процестің жоғары технологиялық жетілуіне қарамастан, MTBE өндірісі дәстүрлі ион алмасу шайырларының шектеулі термиялық тұрақтылығына, оларды дезактивациялауға, жылууды кетірудегі

қиындықтарға және энергия шығындарының артуына байланысты бірқатар қиындықтарға тап болады.

Бұл мақалада MTBE синтезі технологиясында қолданылатын бар катализаторлар талданады, оларды дезактивациялау механизмдері талқыланады және шикізаттың селективтілігі мен тұрленуіне әсер ететін факторлар қарастырылады. Термиялық тұрақтылықты және жұмыс сенімділігін арттыратын цеолит катализаторларын пайдалануды қоса алғанда, катализаторлардың заманауи жетілдірулеріне ерекше назар аударылады. Процесс параметрлерін оңтайландырудың негізгі тәсілдері көрсетілген, соның ішінде температураны бақылауды жақсарту, шикізат сапасын жақсарту және энергия тиімді жылу алмасу жүйелерін енгізу.

Зерттеу нәтижелері MTBE синтез процесінің тиімділігін арттыру, пайдалану шығындарын азайту және катализаторлардың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін жаңа каталитикалық материалдарды пайдаланудың жоғары әлеуетін көрсетеді. Бұл зерттеудің нәтижелерін қолданыстағы қондырғыларды жаңғырту және MTBE өндірісінің жаңа технологияларын әзірлеу үшін пайдалануға болады.

Кілтті сөздер: MTBE, катализаторлар, ионалмастыргыш шайырлар, цеолиттер, мұнай химиясы, эфир синтезі, процесті оңтайландыру.

*У. Almagambetov

«Компанија Нефтехим LTD» LLP,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 30.01.26.

Received in revised form 04.02.26.

Accepted for publication 31.03.26.

PROBLEMS AND SOLUTIONS IN MTBE PRODUCTION TECHNOLOGY: FOCUS ON CATALYSTS

Methyl tert-butyl ether (MTBE) is one of the most common high-octane oxygenated additives for motor gasoline, widely used in the oil refining industry. The primary industrial method for producing MTBE is the alkylation of isobutylene with methanol in the presence of acid catalysts. Despite the process's high technological maturity, MTBE production faces a number of challenges related to the limited thermal stability of traditional

ion-exchange resins, their deactivation, difficulties in heat removal, and increased energy costs.

This article analyzes existing catalysts used in MTBE synthesis technology, discusses their deactivation mechanisms, and examines factors influencing feedstock selectivity and conversion. Particular attention is paid to modern catalyst improvements, including the use of zeolite catalysts, which offer increased thermal stability and operational reliability. The main approaches to optimizing process parameters are demonstrated, including improving temperature control, enhancing feedstock quality, and implementing energy-efficient heat exchange systems.

The findings demonstrate the high potential for using new catalytic materials to improve the efficiency of the MTBE synthesis process, reduce operating costs, and extend the service life of catalysts. The results of this study can be used to modernize existing facilities and develop new MTBE production technologies.

Keywords: MTBE, catalysts, ion-exchange resins, zeolites, petrochemicals, ester synthesis, process optimization.

МРНТИ 87.19.91

<https://doi.org/10.48081/BGQF1969>

***А. М. Нурсеитова¹, Г. Т. Ермолдина²,
К. А. Жумалынов³, Ч. А. Тауакелов⁴**

^{1,2,3}Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, Республика Казахстан, г. Костанай;

⁴Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е. А. Букетова, Республика Казахстан, г. Караганда.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7175-3331>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-7618>

³ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4320-7907>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9520-5974>

*e-mail: aruzhan.nurseitova03@gmail.com

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КОСТАНАЙСКОГО РЕГИОНА

В статье представлены результаты эколого-географического мониторинга растений на территории Костанайского региона с целью оценки содержания тяжёлых и токсичных химических элементов в растительных тканях. Объектами исследования послужили образцы сельскохозяйственных и дикорастущих растений, отобранные в зонах различной антропогенной нагрузки: вблизи горнорудных предприятий г. Рудного (Юбилейное), в сельскохозяйственных зонах Костанайского (Московское) и Фёдоровского районов, а также на условно-фоновых участках Аулиекольского района (Аманкарагай, Новонезжинка). Отбор проб осуществлялся по радиальной схеме с учётом направления преобладающих ветров и удалённости от источников промышленных выбросов; на каждой точке закладывалось три реплицированные площадки.

Аналитические исследования проводились методом оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) с определением массовых долей макро-, мезо- и микроэлементов, включая свинец, кадмий, никель, хром, мышьяк и другие токсичные компоненты, а также показателя зольности растительного сырья.

Установлено, что в восточном и северо-восточном направлениях от г. Рудного концентрации никеля и хрома в растениях превышают фоновые уровни в 5–10 раз, что обусловлено аэрозольным переносом пылевых частиц с территорий рудодобывающих и перерабатывающих предприятий. Фёдоровский и Аулиекольский районы демонстрируют экологически сбалансированный элементный состав без признаков техногенного загрязнения.

Пространственный анализ выявил чётко выраженный радиальный градиент содержания тяжёлых металлов, снижающийся по мере удаления от промышленной зоны. Полученные данные формируют научную основу для регионального биогеохимического мониторинга и разработки рекомендаций по обеспечению экологической и продовольственной безопасности в условиях интенсивного промышленного освоения территории.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, растительный мониторинг, Костанайская область, горнорудные предприятия, ICP-OES, экологическая безопасность, биогеохимия.

Введение

Загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами остаётся острой проблемой в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью. Растения аккумулируют токсичные вещества в тканях и служат надёжными биоиндикаторами состояния экосистем [1; 2]. Костанайская область сочетает интенсивное сельскохозяйственное производство и крупную горнорудную промышленность г. Рудного - мощного источника аэрозольных эмиссий Ni, Cr, Pb, Cd, As, формирующих устойчивую техногенную биогеохимическую аномалию на прилегающих территориях [3; 4]. Фитомониторинг, отражая интегральную биодоступность элементов из всех сред, является оптимальным инструментом оценки загрязнения, однако для Костанайской области такой комплексный анализ ранее не проводился, что определяет научную новизну работы [5; 6].

Для обеспечения репрезентативности исследования были выбраны территории с различным уровнем антропогенного воздействия: промышленно нагруженная зона г. Рудного и Юбилейного (UB), сельскохозяйственные угодья Костанайского района - с. Московское (MSK), Фёдоровский район (FE), а также условно-фоновые участки Аулиекольского района - Аманкарагай (AMK) и Новонежинка (NO). Такой пространственный охват позволяет провести сравнительный геохимический анализ по градиенту антропогенной нагрузки - от индустриально-трансформированных территорий к аграрным

и природным фоновым зонам - и выявить закономерности накопления элементов в растительных тканях в зависимости от удалённости от источников загрязнения [7].

Цель работы - комплексная оценка содержания макро-, мезо- и микроэлементов, включая токсичные As, Pb, Cd, Ni, Cr, в растениях Костанайского региона методом ICP-OES, установление пространственных закономерностей их распределения и оценка степени техногенного влияния на растительный покров.

Материалы и методы

Исследование проводилось в Костанайской области РК в 2024–2025 гг. Преобладающие ветры - северного, северо-восточного и восточного направлений - определяют характер распространения промышленных загрязнителей.

Для охвата территорий с различным уровнем антропогенной нагрузки было выбрано шесть пунктов пробоотбора, сгруппированных в три категории: промышленно нагруженные, сельскохозяйственные и условно-фоновые зоны. Характеристика всех пунктов приведена в Таблице 1.

Таблица 1 – Перечень и характеристика пунктов пробоотбора растительных образцов

№	Населённый пункт	Код	Район	Тип территории	Координаты
1	г. Рудный и Юбилейное	RU, UB	Рудненский ГО	Промышленно нагруженная	53°01'N 63°07'E
2	с. Московское	MSK	Костанайский р-н	Сельскохозяйственная	52°57'N 63°16'E
4	Фёдоровский район	FE	Фёдоровский р-н	Сельскохозяйственная	53°32'N 62°44'E
5	Аманкарагай	AMK	Аулиекольский р-н	Условно-фоновая	53°10'N 64°05'E
6	с. Новонежинка	NO	Аулиекольский р-н	Условно-фоновая	53°05'N 63°58'E

Пробоотбор в районе г. Рудного осуществлялся по радиальной схеме в восьми секторах (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ) на расстояниях 0,5; 1; 2 и 4 км от границы предприятия.

Пространственное расположение всех точек пробоотбора наглядно представлено на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Карта размещения точек пробоотбора растительных образцов на территории вблизи г. Рудного

В южном и юго-западном направлениях отбор на расстоянии 4 км не проводился: эти сектора являются наветренными по отношению к источнику. Итоговый перечень всех точек пробоотбора с географическими координатами приведён в Таблице 2.

На каждой точке закладывались три реплицированные площадки; срезалась надземная часть растений на высоте 10–15 см.

Таблица 2 – Координаты точек пробоотбора растительных проб в районе г. Рудного

№	Точка отбора	Направление	Расст., км	Широта	Долгота	Реплики
1	С 500 м	Север	0,5	53°02'43"N	63°11'43"E	A1,A2,A3
2	С 1 км	Север	1,0	53°02'56"N	63°11'30"E	A1,A2,A3
3	С 2 км	Север	2,0	53°03'20"N	63°11'15"E	A1,A2,A3
4	С 4 км	Север	4,0	53°04'15"N	63°10'33"E	A1,A2,A3
5	СВ 500 м	Северо-восток	0,5	53°03'13"N	63°18'20"E	A1,A2,A3
6	СВ 1 км	Северо-восток	1,0	53°03'29"N	63°18'45"E	A1,A2,A3
7	СВ 2 км	Северо-восток	2,0	53°03'50"N	63°19'12"E	A1,A2,A3
8	СВ 4 км	Северо-восток	4,0	53°04'52"N	63°19'28"E	A1,A2,A3
9	В 500 м	Восток	0,5	53°01'19"N	63°18'50"E	A1,A2,A3
10	В 1 км	Восток	1,0	53°01'18"N	63°19'19"E	A1,A2,A3
11	В 2 км	Восток	2,0	53°01'31"N	63°20'08"E	A1,A2,A3
12	В 4 км	Восток	4,0	53°01'35"N	63°22'17"E	A1,A2,A3

№	Точка отбора	Направление	Расст., км	Широта	Долгота	Реплики
13	ЮВ 500 м	Юго-восток	0,5	52°59'59"N	63°15'43"E	A1,A2,A3
14	ЮВ 1 км	Юго-восток	1,0	52°59'45"N	63°16'10"E	A1,A2,A3
15	ЮВ 2 км	Юго-восток	2,0	52°59'33"N	63°17'30"E	A1,A2,A3
16	ЮВ 4 км	Юго-восток	4,0	52°59'23"N	63°18'43"E	A1,A2,A3
17	Ю 500 м	Юг	0,5	52°57'58"N	63°10'39"E	A1,A2,A3
18	Ю 1 км	Юг	1,0	52°57'41"N	63°10'30"E	A1,A2,A3
19	Ю 2 км	Юг	2,0	52°57'04"N	63°10'27"E	A1,A2,A3
20	ЮЗ 500 м	Юго-запад	0,5	52°56'51"N	63°01'30"E	A1,A2,A3
21	ЮЗ 1 км	Юго-запад	1,0	52°56'41"N	63°01'00"E	A1,A2,A3
22	ЮЗ 2 км	Юго-запад	2,0	52°56'29"N	63°00'18"E	A1,A2,A3
23	З 500 м	Запад	0,5	53°00'39"N	63°02'38"E	A1,A2,A3
24	З 1 км	Запад	1,0	53°00'27"N	63°02'08"E	A1,A2,A3
25	З 2 км	Запад	2,0	53°00'11"N	63°01'34"E	A1,A2,A3
26	З 4 км	Запад	4,0	52°59'40"N	63°00'00"E	A1,A2,A3
27	СЗ 500 м	Северо-запад	0,5	53°03'00"N	63°00'38"E	A1,A2,A3
28	СЗ 1 км	Северо-запад	1,0	53°03'11"N	63°00'16"E	A1,A2,A3
29	СЗ 2 км	Северо-запад	2,0	53°03'29"N	62°59'33"E	A1,A2,A3
30	СЗ 4 км	Северо-запад	4,0	53°03'55"N	62°58'14"E	A1,A2,A3
32	Р у д н ы й (центр)	-	-	52°57'53"N	63°06'23"E	A1,A2,A3

В ряде точек дополнительно отбирались листья нижнего, среднего и верхнего ярусов, стебли и рыльца. Перечень типов образцов по районам представлен в Таблице 3.

Для предотвращения перекрёстного загрязнения инструменты промывались дистиллированной водой после каждой выборки. В Аманкарагае дополнительно отбирались хвоя и опад сосны.

Таблица 3 – Типы растительных образцов по пунктам пробоотбора

Район / пункт	Код	Тип образца	Кол-во точек	Всего реплик
г. Рудный и Юбилейное	RU, UB	Надземная часть; листья по ярусам; стебли; рыльца	32	96+
с. Московское, (Костанайский р-н)	MSK, KONST	Надземная часть (злаки, разнотравье)	6	18
Фёдоровский район	FE	Надземная часть (злаки, разнотравье)	1	3
Аманкарагай, Новонезинка (Аулиекольский р-н)	AMK, NO	Хвоя, опад, листья (L), злаки (Z)	6	18+

Растительный материал промывали, высушивали при 65 °С до постоянной массы, измельчали и отбирали аналитическую навеску методом квартования.

Зольность определяли озолением при 500–550 °С (ГОСТ 24027.2-80). Для ICP-OES навеску 0,5 г разлагали в тefлоновом автоклаве смесью HNO₃/H₂O₂ (4:1) при 180–200 °С.

Элементный состав определяли на спектрометре Thermo Fisher Scientific iCAP Pro (ICP-OES). Для каждого образца – не менее двух параллельных измерений (RSD ≤ 5%), калибровка по сертифицированным стандартам [8].

Таблица 4 – Перечень определяемых показателей, методы и нормативная база

Определяемые элементы / показатель	Метод анализа	П р и б о р / оборудование	Нормативный документ
Зольность	Гравиметрический (весовой)	Муфельная печь; аналитические весы	ГОСТ 24027.2-80
Ca, Mg, K, Na, P, S (макро- и мезоэлементы)	ICP-OES	Thermo Fisher Scientific iCAP Pro	ГОСТ ISO 17294-2
Zn, Cu, Mn, Fe, Al, Sr, Sn, Co (микроэлементы)	ICP-OES	Thermo Fisher Scientific iCAP Pro	ГОСТ ISO 17294-2
As, Pb, Cd, Ni, Cr (токсичные тяж. металлы)	ICP-OES	Thermo Fisher Scientific iCAP Pro	ГОСТ ISO 17294-2
Пробоподготовка	Автоклавное разложение (HNO ₃ + H ₂ O ₂)	Автоклав лабораторный	ГОСТ Р 51301-99

Статистическая обработка: среднее (\bar{x}), SD, CV; нормальность - критерий Шапиро–Уилка; выбросы – критерий Грабса. Коэффициент концентрации K_к = отношение содержания элемента к фону Аулиекольского района (K_к >2 - умеренная аномалия, K_к >5 - интенсивное обогащение) [9]. Межгрупповые различия - ANOVA/Тьюки (Excel 2019, SPSS 26).

Результаты и обсуждение

Зольность растительных образцов как интегральный показатель минеральной нагрузки.

Зольность служит интегральным индикатором минеральной нагрузки. Межрайонные различия закономерно отражают степень техногенного воздействия (Таблица 5).

Таблица 5 – Сводные показатели зольности растительных образцов по районам исследования

Район / пункт	Мин., %	Макс., %	Среднее, %	Особенности
г. Рудный, Юбилейное (RU, UB)	1,51	25,31	~9,3	Аномально высокие в СВ и ЮВ секторах
с. Московское (MSK)	3,73	5,74	~4,7	Низкие, близкие к фону
Фёдоровский район (FE)	5,07	6,66	5,75	Стабильные, однородные
с. Новонежинка (NO)	3,32	6,23	~4,6	Фоновые (листья умеренные, злаки низкие)
Аманкарагай (AMK)	2,18	8,15	~4,3	Мин. - хвоя (2,18–2,27%); листья умеренные

Наиболее высокие значения зольности зафиксированы в промышленной зоне г. Рудного: диапазон 1,51–25,31%, среднее ~9,3 %. Экстремально высокие значения (>16 %) отмечены в листьях юго-восточного и северо-восточного секторов. Образцы Юбилейного (UB) демонстрируют умеренные значения (6,69–7,40 %), Московского (MSK) - низкие (3,73–5,74 %), Фёдоровского (FE) - стабильные (5,07–6,66 %, среднее 5,75%), что соответствует экологическому благополучию данных территорий.

Таким образом, зольность убывает по ряду: РУ/UB (~9,3 %) → FE (~5,75 %) → MSK (~4,7 %) → NO (~4,6 %), что соответствует снижению антропогенной нагрузки и удалению от промышленного источника. Новонежинка занимает закономерно низкую позицию в этом ряду как условно-фоновая территория.

Содержание биогенных макро- и мезоэлементов (P, S, Mg, Ca, Na, K).

Результаты по биогенным макро- и мезоэлементам по всем районам сведены в Таблицу 6.

Образцы промышленной зоны демонстрируют сбалансированный макроэлементный профиль: P - 1786–3848 мг/кг, Ca - 4345–7281 мг/кг, K до 10 684 мг/кг, S до 2144 мг/кг. Аномалий макроэлементного состава не выявлено, что подтверждает сохранность физиологических функций питания растений даже в условиях техногенного воздействия.

Московский участок выделяется максимальными концентрациями P (до 6452 мг/кг) и K (до 17 106 мг/кг) среди всех территорий, что обусловлено систематическим применением минеральных удобрений, а не техногенным загрязнением. Прочие макроэлементы (S, Mg, Ca, Na) находятся в пределах нормы.

Таблица 6 – Содержание биогенных макро- и мезоэлементов в растительных образцах, мг/кг

Район / пункт	P	S	Mg	Ca	Na	K	Примечание
RU, UB (г. Рудный)	2 3 7 8 – 3848	1 2 9 8 – 1981	1 2 5 2 – 1863	4 3 4 5 – 6085	6 8 –182	6 6 5 0 – 10684	Умеренный профиль
MSK (с. Московское)	1 4 9 8 – 6452	1 1 0 8 – 3130	9 6 7 – 2327	1 8 8 7 – 3591	88–408	7 0 0 3 – 17106	Максимальный Р и К
FE (Фёдоровский р-н)	1 8 5 7 – 2046	1 0 9 9 – 1528	1 8 6 9 – 2086	4 9 1 7 – 7873	72–80	7 5 8 4 – 10455	Сбалансиро- ванный
NO (с. Новожежинка)	8 4 8 – 2661	1 4 5 9 – 1761	8 9 7 – 1428	1 0 3 0 – 2488	3 2 8 – 3979	6 8 2 7 – 14907	Высокий К; аномальный Na в листьях
AMK (Аманкарагай)	1 0 4 6 – 2318	6 5 3 – 2143	7 1 9 – 1484	2 2 4 3 – 9857	64–196	9 4 3 – 13733	Макс. Са в опаде; низкий Na

Фёдоровский район характеризуется наиболее сбалансированным макроэлементным составом: P - 1857–2046, S - 1099–1528, Mg - 1869–2086, Ca - 4917–7873 мг/кг. Узкие диапазоны значений и отсутствие аномалий свидетельствуют о стабильных агрохимических условиях без техногенного воздействия.

В Новожежинке выявлена дифференциация состава по типу образца: P в злаках (2549–2661 мг/кг) выше, чем в листьях (848–1122 мг/кг). Нетипично высокий Na в листьях (3676–3979 мг/кг) может указывать на локальное засоление или присутствие галофитов. В целом макроэлементный состав соответствует фоновому уровню.

Аманкарагай (сосновый бор) отличается высоким Са в опаде (6939–9857 мг/кг), умеренным P в хвое (2258–2318 мг/кг) и низким Na (64–196 мг/кг). Биогеохимический профиль определяется лесной экосистемой и карбонатными почвами без признаков техногенного загрязнения.

Содержание тяжёлых металлов высокой токсичности (As, Pb, Cd, Ni, Cr).

Сводные данные по тяжёлым металлам с расчётом Кк (относительно Новожежинки) представлены в Таблице 7.

Таблица 7 – Содержание тяжёлых металлов в растительных образцах по районам, мг/кг (*Кк по средним значениям Ni)

Район / пункт	As	Pb	Cd	Ni	Cr	Кк (Ni)*	Оценка
RU, UB (г. Рудный)	0, 0 3 – 2,43	0, 1 5 – 2,95	0,02–0,73	0,8–182	3,4–62	до >20	Высокая аномалия
MSK (с. Московское)	0, 5 1 – 1,08	0, 2 7 – 1,02	0,12–0,25	3,4–5,4	4,1–9,4	~0,9–1,1	Близкая к фону
FE (Фёдоровский р-н)	0, 3 0 – 0,87	0, 8 6 – 1,25	0,42–0,58	8,0–13,5	14,3–25,6	~1,5–2,6	Умеренная / геогенная
NO (с. Новожежинка) - фон	0, 9 2 – 2,26	0, 0 3 – 0,52	0,02–0,15	4,1–8,8	6,4–16,8	1,0 (фон)	Фоновая
AMK (Аманкарагай) - фон	1, 0 5 – 1,97	0, 1 4 – 2,93	0,08–0,41	4,9–8,1	5,4–11,0	~1,0 (фон)	Фоновая

Образцы Юбилейного (UB) показывают фоновые значения: As - 0,46–0,50, Pb - 0,82–0,88, Cd - 0,17–0,19, Ni - 4,1–5,7, Cr - 6,0–9,4 мг/кг, что подтверждает его расположение вне зоны активного техногенного воздействия.

В окрестностях г. Рудного: As - 0,03–2,43 мг/кг (макс. в В и ЮЗ направлениях); Pb – до 3,11 мг/кг в восточной зоне, повышен в листьях нижних ярусов (поверхностное осаждение); Cd - 0,02–0,73 мг/кг, макс. в верхних ярусах листьев (аэрогенный путь); Ni - 0,8–182 мг/кг (аномалия СВ-2-А1); Cr - 3,4–62 мг/кг (макс. в СВ и В секторах). Пространственная сопряжённость аномалий Ni и Cr указывает на общий металлургический источник.

Пространственный градиент Ni и Cr в окрестностях г. Рудного

Радиальный градиент Ni и Cr по восьми направлениям от г. Рудного представлен в Таблице 8; в качестве фона использованы значения Новожежинки (NO).

Таблица 8 – Пространственный градиент содержания Ni и Cr в растениях по направлениям от г. Рудного, мг/кг

Направление / элемент	0,5 км	1 км	2 км	4 км	Ф о н (NO)	Характер градиента
Никель (Ni), мг/кг						
Север (С)	7–9	5–10	6–8	4–6	4,1–8,8	Умеренное снижение с дистанцией
Северо-восток (СВ)	6–9	7–8	14 – 182	4–15	4,1–8,8	Аномальный пик на 2 км
Восток (В)	4–14	6–19	6–8	8–12	4,1–8,8	Повышенные по всей дистанции
Юго-восток (ЮВ)	4–10	6–14	6–18	9–13	4,1–8,8	Умеренно повышенные
Запад (З)	4–6	4–6	3–5	3–5	4,1–8,8	Близко к фону NO
Хром (Cr), мг/кг						
Северо-восток (СВ)	8–15	9–18	33–62	6–31	6,4–16,8	Аномальный максимум на 2 км
Восток (В)	7	12–37	7–13	5–10	6,4–16,8	Пик на 1 км
Юго-восток (ЮВ)	8–28	10–27	8–18	17–26	6,4–16,8	Устойчивое загрязнение
Запад (З)	4–7	4–5	4–6	5–7	6,4–16,8	Близко к фону NO

Пространственный градиент загрязнения чётко ориентирован по розе ветров. В наветренном западном направлении концентрации Ni и Cr минимальны, в восточном и северо-восточном - значительно выше. Абсолютный максимум Ni (182 мг/кг) зафиксирован на расстоянии 2 км в СВ-направлении, что объясняется аэродинамикой переноса крупнодисперсных частиц. На расстоянии 4 км концентрации снижаются, но в восточных секторах остаются повышенными, свидетельствуя о значительной протяжённости зоны техногенного влияния.

Московский участок: As - 0,51–1,08, Pb - 0,27–1,02, Cd - 0,12–0,25, Ni - 3,4–5,4, Cr - 4,1–9,4 мг/кг. Кк для Ni ~1,0 относительно фоновых значений. Признаков техногенного загрязнения тяжёлыми металлами не выявлено - территория характеризуется как экологически благополучная агрозона.

Фёдоровский район: Ni - 8,0–13,5, Cr - 14,3–25,6 мг/кг (Кк ~2,5 относительно MSK - умеренная аномалия), Cd - 0,42–0,58 мг/кг. Природа повышенных Ni и Cr (геохимическая или агрогенная) требует дополнительного изучения с привлечением почвенных проб.

Новонежинка: As - 0,92–2,26, Pb - 0,03–0,52, Cd - 0,02–0,15, Ni - 4,1–8,8, Cr - 6,4–16,8 мг/кг. Минимальные концентрации Pb и Cd при умеренных Ni и Cr, определяемых литогенными факторами, подтверждают статус эталонной фоновой территории для расчёта коэффициентов концентрации.

Аманкарагай: As - 1,05–1,97, Pb - 0,14–2,93 (максимум в опаде - аккумуляция при разложении органики), Cd - 0,08–0,41, Ni - 4,9–8,1, Cr - 5,4–11,0 мг/кг. Совместно с Новонежинкой образует надёжную парную фоновую базу (степная и лесная экосистемы) для регионального мониторинга.

Сопоставление результатов позволяет сформулировать следующие закономерности. (1) Промышленная зона г. Рудного - доминирующий источник загрязнения: аномалии Ni (до 182 мг/кг) и Cr (до 62 мг/кг) в восточном и СВ-секторах, Кк >20 относительно фона NO. (2) С. Московское - экологически чистая агрозона с фоновыми концентрациями тяжёлых металлов (Кк по Ni ~1) и агрогенно повышенными P и K. (3) Фёдоровский район демонстрирует умеренно повышенные Ni и Cr (Кк ~2,5 относительно MSK), природа которых требует дополнительного изучения. (4) Новонежинка и Аманкарагай формируют надёжную фоновую базу для регионального биогеохимического мониторинга. Полученные результаты подтверждают необходимость регулярного мониторинга агроэкосистем Костанайского региона, прежде всего в восточном и СВ-секторах г. Рудного [10].

Информация о финансировании

Научные исследования проводились в рамках грантовой программы целевого финансирования по проекту «Организация и проведение комплексных исследований для обеспечения устойчивого развития агропромышленного комплекса Костанайской области, а также создание научно-исследовательского технологического центра» на 2024–2026 годы (проект № BR24992785).

Выводы

В зоне влияния горнодобывающих предприятий г. Рудного выявлена устойчивая техногенная биогеохимическая аномалия с накоплением Ni, Cr, Pb в растительных тканях; концентрации в восточном и СВ-направлениях превышают фон в 5–20 раз. Территории Московского, Фёдоровского и Аулиекольского районов демонстрируют экологически сбалансированный состав и могут служить эталонными зонами мониторинга. Результаты обосновывают необходимость регулярного биогеохимического контроля агроэкосистем региона для обеспечения продовольственной безопасности.

Список использованных источников

1 Добровольский, В. В. Основы биогеохимии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Добровольский. – М. : Академия, 2003. – 400 с.

2 **Verkleij, J. A. C.** Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity / J. A. C. Verkleij, M. E. Schat. - 2nd ed. – Weinheim : Wiley-VCH, 2007. – 392 p.

3 **Панин, М. С.** Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Казахстана / М. С. Панин. – Семипалатинск, 2000. – 338 с.

4 **Бейсеев, О. Б.** Экология и минеральные ресурсы Казахстана / О. Б. Бейсеев. – Алматы : Гылым, 2005.

5 **Алексеенко, В. А.** Геохимия ландшафта : учебник / В. А. Алексеенко. – М. : Патриот, 2000. – 542 с.

6 **Kabata-Pendias, A.** Trace Elements in Soils and Plants / A. Kabata-Pendias. – 4th ed. – Boca Raton : CRC Press, 2011. – 548 p.

7 **Alloway, B. J.** Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability / B. J. Alloway. – 3rd ed. – Dordrecht : Springer, 2013. – 613 p.

8 Методика выполнения измерений массовой доли металлов в пробах почв и растений методом атомно-эмиссионной спектроскопии (ICP-OES). – М. : ВНИИМ, 2012.

9 Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию загрязняющих веществ в пищевой продукции» (Приказ Министра здравоохранения РК от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71).

10 ГОСТ 24027.2-80. Сырьё лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. - М. : Изд-во стандартов, 1980.

References

1 **Dobrovol'skiy, V. V.** Osnovy biogeohimii [Fundamentals of Biogeochemistry] : ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij / V. V. Dobrovol'skiy. – Moscow : Akademija, 2003. - 400 p.

2 **Verkleij, J. A. C.** Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity / J. A. C. Verkleij, M. E. Schat. - 2nd ed. – Weinheim : Wiley-VCH, 2007. – 392 p.

3 **Panin, M. S.** Jekologo-biogeohimicheskaja ocenka tekhnogennyh landshaftov Kazahstana [Ecological and Biogeochemical Assessment of Technogenic Landscapes of Kazakhstan] / M. S. Panin. – Semipalatinsk, 2000. – 338 p.

4 **Bejseev, O. B.** Ekologija i mineral'nye resursy Kazahstana [Ecology and Mineral Resources of Kazakhstan] / O. B. Bejseev. – Almaty : Gylym, 2005.

5 **Alekseenko, V. A.** Geohimija landshafta [Landscape Geochemistry] : uchebnik / V. A. Alekseenko. – Moscow : Patriot, 2000. - 542 p.

6 **Kabata-Pendias, A.** Trace Elements in Soils and Plants / A. Kabata-Pendias. - 4th ed. - Boca Raton : CRC Press, 2011. – 548 p.

7 **Alloway, B. J.** Heavy Metals in Soils : Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability / B. J. Alloway. – 3rd ed. – Dordrecht : Springer, 2013. – 613 p.

8 Metodika vypolnenija izmerenij massovoj doli metallov v probah pochv i rastenij metodom atomno-jemissionnoj spektrometrii (ICP-OES) [Method for Measuring Mass Fractions of Metals in Soil and Plant Samples by ICP-OES]. - Moscow : VNIIM, 2012.

9 Gigenicheskie normativy «Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k sodержaniju zagryzajushhijh veshhestv v pishhevoj produkcii» [Hygienic Standards “Sanitary and Epidemiological Requirements for the Content of Pollutants in Food Products”] : prikaz Ministra zdravooхранenija Respubliki Kazahstan ot 2 avgusta 2022 goda № QR DSM-71.

10 GOST 24027.2-80. Syr'jo lekarstvennoe rastitel'noe. Metody opredelenija vlazhnosti, sodержanija zoly, jekstrativnyh i dubil'nyh veshhestv, jefirnogo masla [Medicinal Plant Raw Materials. Methods for Determination of Moisture, Ash, Extractive and Tannin Substances, Essential Oil]. – Moscow : Izd-vo standartov, 1980.

Поступило в редакцию 12.03.26.

Поступило с исправлениями 26.03.26.

Принято в печать 31.03.26.

*А. М. Нурсеитова¹, Г. Т. Ермолдина², К. А. Жумальнов³, Ч. А. Тауакелов⁴

^{1,2,3}Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.;

⁴Академик Е. А. Бөкетов атындағы

Қарағанды ұлттық зерттеу университеті,

Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

12.03.26 ж. баспаға түсті.

26.03.26 ж. түзетулерімен түсті.

31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КОСТАНАЙСКОГО РЕГИОНА

Мақалада Қостанай өңірінің аумағындағы өсімдіктерге жүргізілген экологиялық-географиялық мониторингтің нәтижелері ұсынылған; мақсаты - өсімдік тіндеріндегі ауыр және уытты химиялық элементтердің мөлшерін бағалау. Зерттеу нысандары ретінде антропогендік жүктеменің әртүрлі аймақтарында жиналған ауылшаруашылық және жабайы өсімдіктердің үлгілері пайдаланылды: Рудный қаласындағы тау-кен кәсіпорындарының маңында (Юбилейное), Қостанай (Московское) және Федоров аудандарының ауылшаруашылық аймақтарында, сондай-ақ Әулікөл ауданының шартты фондық учаскелерінде (Аманқарагай, Новонезинка). Үлгілер алу үстем желдер бағытын және өнеркәсіптік шығарындылар көздерінен қашықтықты ескере отырып, радиалды схема бойынша жүзеге асырылды; әрбір нүктеде үш қайталанған алаңша салынды.

Аналитикалық зерттеулер индуктивті байланысқан плазмалы оптикалық-эмиссиялық спектрометрия (ICP-OES) әдісімен жүргізілді; қорғасын, кадмий, никель, хром, мышьяк және басқа да уытты компоненттерді қоса алғанда макро-, мезо- және микроэлементтердің массалық үлестері, сондай-ақ өсімдік шикізатының күлділік көрсеткіші анықталды. Рудный қаласынан шығыс және солтүстік-шығыс бағыттарда өсімдіктердегі никель мен хромның концентрациясы фондық деңгейден 5–10 есе асатыны анықталды; бұл тау-кен өндіру және өңдеу кәсіпорындарының аумақтарынан шаң бөлшектерінің аэрозольдік тасымалдануымен байланысты. Федоров және Әулікөл аудандары техногендік ластану белгілерінсіз экологиялық тепе-тең элементтік құрамды көрсетеді.

Кеңістіктік талдау өнеркәсіптік аймақтан алыстаған сайын төмендейтін ауыр металдар мөлшерінің айқын радиалды градиентін анықтады. Алынған деректер аймақтық биогеохимиялық мониторинг үшін және аумақты қарқынды өнеркәсіптік игеру жағдайында экологиялық және азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша ұсынымдар әзірлеу үшін ғылыми негіз қалыптастырады.

Кілтті сөздер: ауыр металдар, өсімдік мониторингі, Қостанай облысы, тау-кен кәсіпорындары, ICP-OES, экологиялық қауіпсіздік, биогеохимия.

**A. M. Nurseitova¹, G. T. Yermoldina², K. A. Zhumalynov³ Ch. A. Tauakelov⁴*
^{1,2,3}Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University,

Republic of Kazakhstan, Kostanay;

⁴University named after Academician E. A. Buketov,

Republic of Kazakhstan, Karaganda.

Received 12.03.26.

Received in revised form 26.03.26.

Accepted for publication 31.03.26.

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL MONITORING OF PLANTS IN THE KOSTANAY REGION

The article presents the results of ecological and geographical monitoring of plants in the Kostanay region aimed at assessing the content of heavy and toxic chemical elements in plant tissues. The objects of study were samples of agricultural and wild plants collected in zones of varying anthropogenic pressure: near the mining enterprises of Rudny (Yubileynoe), in the agricultural zones of the Kostanay (Moskovskoye) and Fedorovsky districts, as well as at conditionally background sites of the Auliekol district (Amankaragay, Novonezhinka). Sampling was carried out according to a radial scheme, taking into account the direction of prevailing winds and the distance from industrial emission sources; three replicated plots were established at each sampling point.

Analytical studies were conducted using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) to determine the mass fractions of macro-, meso-, and microelements, including lead, cadmium, nickel, chromium, arsenic and other toxic components, as well as the ash content of plant material. It was established that in the eastern and northeastern directions from Rudny, the concentrations of nickel and chromium in plants exceed background levels by 5–10 times, which is attributed to aerosol transport of dust particles from mining and processing enterprises. The Fedorovsky and Auliekol districts demonstrate an ecologically balanced elemental composition with no signs of technogenic contamination.

Spatial analysis revealed a clearly expressed radial gradient in heavy metal content, decreasing with distance from the industrial zone. The data obtained form a scientific basis for regional biogeochemical monitoring and the development of recommendations for ensuring environmental and food safety under conditions of intensive industrial development of the territory.

Keywords: heavy metals, plant monitoring, Kostanay region, mining enterprises, ICP-OES, environmental safety, biogeochemistry.

FTAMP 34.35.15

<https://doi.org/10.48081/BGQF1970>***А. Н. Құршан¹, М. М. Бахтин²**¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.;²Астана медицина университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7536-1808>²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>*e-mail: ayzhamal.kurshan_21@mail.ru**АУЫЗ СУДЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ
АДАМ АҒЗАСЫНА ӘСЕРІ (ӘДЕБИ ШОЛУ)**

Бұл мақалада ауыз су құрамындағы ауыр металдардың адам ағзасына әсерін сипаттайтын ғылыми әдебиеттерге шолу жасалған. Әдеби шолу барысында отандық және шетелдік зерттеулерде келтірілген мәліметтер талданып, ауыр металдардың ауыз суға түсу көздері, таралу жолдары және адам денсаулығына тигізетін негізгі әсерлері қарастырылды. Ауыр металдар қоршаған ортада табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен кең таралған ластаушы заттар қатарына жатады. Олар ауыз су арқылы адам ағзасына түсіп, ұзақ уақыт бойы жинақталу қасиетіне ие.

Әдеби деректерге сәйкес, қорғасын, кадмий, сынап, мышьяк, хром, мыс және мырыш сияқты ауыр металдар жүйке жүйесіне, бауыр мен бүйрекке, жүрек-қан тамыр және қан түзу жүйелеріне уытты әсер көрсетуі мүмкін. Кейбір металдар аз мөлшерде физиологиялық маңызға ие болғанымен, олардың рұқсат етілген шекті концентрациядан артуы денсаулыққа қауіпті салдарға әкеледі. Ауыр металдардың химиялық формасы олардың ағзада сіңірілуі мен уыттылық деңгейіне тікелей әсер етеді.

Мақалада ауыз су сапасын тұрақты бақылаудың және ауыр металдардың адам денсаулығына төндіретін қауіп-қатерін кешенді түрде бағалаудың маңыздылығы көрсетіледі. Зерттеу нәтижелері ауыз судағы ауыр металдар мәселесінің өзектілігін дәлелдеп, халық

денсаулығын қорғау үшін алдын алу шараларын күшейту қажеттігін негіздейді.

Кілтті сөздер: ауыр металдар, ауыз су, қоршаған орта, ластану, адам, денсаулық.

Кіріспе

Қазіргі кезеңде сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету адамзат алдында тұрған ең өзекті жаһандық мәселелердің бірі болып отыр. Химиялық ластаушылардың ішінде ауыр металдармен ластану ең кең таралған және қауіпті түрлердің бірі болып саналады. Көптеген химиялық элементтер мен олардың қосылыстарының жоғары мөлшерде болуы табиғи және техногендік процестермен байланысты. Ауыр металдар атмосферада, топырақта, суда, өсімдіктер мен жануарлар организмдерінде кездеседі және олардың уыттылығы бойынша қоршаған ортаны ластайтын заттардың ішінде алдыңғы қатарда тұрады. Биосфера үшін аса қауіпті ластаушылар тобына жататын ауыр металдардың табиғи ортадағы концентрациясы әдетте өте төмен болады. Алайда олардың мөлшері рұқсат етілген деңгейден асқан жағдайда адам ағзасында ауыр аурулардың дамуына әкелуі мүмкін. Сондықтан орталықтандырылған және орталықтандырылмаған ауыз су көздеріндегі судың сапасын тұрақты бақылау, сондай-ақ тұрмыстық және өндірістік жағдайларда ауыр металдардың тұздарынан суды тазарту су дайындау мен су тазарту жүйелерінің маңызды бөлігі болып табылады [1; 2; 3].

Материалдар мен әдістері

Осы ғылыми жұмыста ауыз су құрамындағы ауыр металдардың адам ағзасына әсерін анықтау мақсатында әдеби шолу жасалды. Зерттеу материалы ретінде отандық және шетелдік ғылыми мақалалар, диссертациялық жұмыстар мен халықаралық ұйымдардың (Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы, экологиялық агенттіктер) жарияланымдары пайдаланылды.

Әдеби деректерді іріктеу кезінде Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar сияқты ғылыми дерекқорлардан алынған материалдар қамтылды. Іздеу барысында «heavy metals», «drinking water», «water pollution», «human health», «toxic effects», «environmental contamination» сияқты кілт сөздер қолданылды.

Зерттеуге соңғы жылдарда жарияланған және тақырыпқа тікелей қатысты еңбектер енгізілді. Әдеби көздерді талдау барысында ауыр металдардың ауыз суға түсу көздері, олардың таралу жолдары, ағзада жинақталу ерекшеліктері және адам денсаулығына тигізетін уытты әсерлері салыстырмалы түрде қарастырылды. Өртүрлі зерттеулерде келтірілген деректер жүйеленіп, жалпылау, салыстыру әдістері қолданылды.

Нәтижелер және талқылау

Адамның шаруашылық әрекетінің қарқынды дамуы биосфераға түсетін антропогендік жүктеменің артуына алып келуде. Соның салдарынан қоршаған ортаға әртүрлі табиғатты ластаушы заттар бөлініп, қоршаған ортаның жай-күйінің нашарлауына себеп болуда. Қоршаған ортаны ластаушы заттар олардың әсер ету сипатына қарай физикалық, химиялық және биологиялық топтарға жіктеледі. Физикалық ластану табиғи және техногендік сәулеленумен, шу мен дірілмен байланысты болса, химиялық ластануға органикалық қосылыстар, ауыр металдар және мұнай өнімдері жатады. Ал биологиялық ластану микроорганизмдермен, бактериялық агенттермен және өндірістік биоқалдықтармен сипатталады [4]. Химиялық ластаушы заттардың ішінде ауыр металдар ерекше орын алады, себебі олар барлық табиғи орта компоненттерінде (ауа, су, топырақ) жинақталып, тірі организмдер үшін жоғары уыттылығымен сипатталады. Ауыр металдар экологиялық мониторинг жүргізуді тұрақты түрде талап ететін негізгі ластаушы заттар қатарына жатады [5].

«Ауыр металдар» термині экотоксикология және қоршаған ортаны қорғау салаларында кеңінен қолданылғанымен, оның бірыңғай анықтамасы жоқ. Әртүрлі ғылыми еңбектерде бұл ұғым әрқалай түсіндіріледі, соның нәтижесінде ауыр металдар қатарына жатқызылатын элементтер саны да өзгеріп отырады. Көптеген зерттеулерде ауыр металдарға тығыздығы 5 г/см³-тен жоғары және атомдық массасы шамамен 50-ден асатын Менделеев кестесіндегі 40-тан астам элементтер жатқызылады [6; 7]. Экологиялық мониторинг саласында ауыр металдарға ванадий, хром, марганец, темір, кобальт, никель, мыс, мырыш, молибден, кадмий, қалайы, сынап, қорғасын, висмут және басқа да элементтер енгізіледі. Бұл элементтердің бірқатары (мыс, мырыш) микроэлементтер ретінде физиологиялық маңызға ие болғанымен, олардың артық мөлшері уытты әсер көрсетеді. Ал қорғасын, кадмий, сынап және мышьяк ағза үшін бөгде элементтер болып табылады және төмен концентрацияда да қауіпті [8]. Осылайша, ауыр металдар қатарына қорғасын (Pb), мыс (Cu), мырыш (Zn), никель (Ni), кадмий (Cd), кобальт (Co), сурьма (Sb), қалайы (Sn), висмут (Bi) және сынап (Hg) жатады.

Ауыр металдар қоршаған ортаға негізгі екі жолмен түседі: 1) өндіріс орындарының қалдықтарымен бірге; 2) автокөлік, сонымен қатар тыңайтқыштар, пестицидтер өңделген суармалы жерлердегі ағын сулардың әрекеті нәтижесінде [7]. Энергетика, машина жасау, химия және мұнай-химия салаларының ағын суларында қорғасын, кадмий, мыс, мырыш, никель және хром сияқты металдар жиі кездеседі. Ал ауыл шаруашылығында қолданылатын тыңайтқыштар мен пестицидтер, сондай-ақ

мал шаруашылығы қалдықтары ауыр металдардың су объектілеріне шайылып түсуіне әкеледі [8]. Бұл металдар өзендер мен су қоймаларына жиналып, кейін ауыз су көздеріне жетуі мүмкін. Сонымен қатар су құбырлары мен тарату жүйелерінің коррозиясы нәтижесінде де қорғасын, мыс және мырыш ауыз суға өтуі ықтимал. Мұндай жағдайлар су сапасының төмендеуіне және адам денсаулығына қауіп төнуіне себеп болады [9; 10]. Судың, әсіресе, ауыз судың сапасы халықтың денсаулығын анықтайтын маңызды факторлардың бірі болып табылады. Ауыр металдар қоршаған орта нысандарына шамадан тыс түскен жағдайда токсиканттар және экотоксиканттар ретінде әсер етеді. Токсиканттар деп жеке организмдерге немесе организмдер тобына зиянды әсер ететін заттар түсінілсе, экотоксиканттар тек жеке организмдерге ғана емес, экожүйенің жалпы құрылымы мен қызметіне теріс ықпал ететін заттар болып табылады. Қазіргі ғылыми зерттеулерде ауыр металдардың ішінде адам денсаулығы үшін аса қауіпті саналатын басым топ бөлініп көрсетіледі. Бұл топқа кадмий, қорғасын, сынап, мышьяк, никель, мыс, мырыш және хром жатады. Аталған элементтердің ішінде уыттылық деңгейі ең жоғары металдар ретінде қорғасын, кадмий және сынап ерекше атап өтіледі [5]. Өнеркәсіптік және тұрғын аймақтарда адам ағзасына ауыр металдардың енуі негізінен үш жолмен жүзеге асады: тері арқылы, тыныс алу жолдары арқылы және тағам мен ауыз су арқылы қабылдау нәтижесінде [11]. Бұл элементтер өздерінің шекті мөлшерінен асып кеткен жағдайда уытты әсер көрсетеді. Ауыр металдар табиғи жағдайда ыдырамай, экожүйеде жиналуға бейім келеді және уақыт өте келе адам денсаулығына қауіпті деңгейлерге жетуі мүмкін. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметтері бойынша судың сапасының төмен болуы себебінен шамамен 5 млн. адам өледі де, әр түрлі дәрежеде уланған немесе ауырған адамдардың саны 1 млрд.-қа дейін жетеді [12].

Ауыз судың ауыр металдармен ластануы және соған байланысты денсаулыққа төнетін қауіптер су сапасын бағалау кезінде міндетті түрде ескерілуі тиіс маңызды факторлар қатарына жатады [13]. Денсаулыққа төнетін қауіп-қатерді дұрыс бағалау үшін ластаушы көздердің қоршаған ортаға қандай заттарды шығара алатынын анықтау, адам мен басқа тірі ағзалардың сол заттармен байланысу деңгейін бағалау және оның денсаулыққа ықтимал әсерін сандық түрде есептеу қажет. Аталған жолдар арқылы ағзаға түскен ауыр металдар канцерогенді және канцерогенді емес аурулардың даму қаупін арттыруы мүмкін [14]. Кейбір ауыр металдардың ағзаға ішкі әсері ерекше алаңдаушылық тудырады, өйткені олардың уыттылығы химиялық формасына және ағзада жинақталу қабілетіне тікелей байланысты. Қорғасынның органикалық қосылыстары бейорганикалық түрлеріне қарағанда жоғары деңгейде сіңіріледі және жүйке жүйесіне

айқын уытты әсер көрсетеді. Кадмий халықаралық денсаулық сақтау ұйымдары тарапынан канцероген ретінде қарастырылып, негізінен бүйрек пен сүйек тіндерінде жиналады. Ал сынаптың, әсіресе оның органикалық формаларының, жүйке жүйесіне жоғары нейротоксикалық әсері бар екені дәлелденген [15].

Мыс ауыр металдарға жатса да, оның ағза үшін физиологиялық маңызы бар. Қалыпты мөлшерде ол гемоглобин түзілуіне қатысады, инсулиннің белсенділігін қолдайды және қан қысымының тұрақтылығына әсер етеді. Алайда мыс концентрациясы шамадан тыс артқан жағдайда оның уытты әсерлері байқалады, соның ішінде жүйке жүйесінің бұзылуы, ұйқының бұзылуы, есте сақтау қабілетінің төмендеуі, сондай-ақ бауыр мен бүйрек қызметінің әлсіреуі және жүрек-қан тамыр ауруларының даму қаупінің артуы орын алады [16].

Мырыш адам ағзасы үшін маңызды микроэлемент болып табылады және ол гормондардың, соның ішінде тестостеронның синтезіне, сондай-ақ Е витаминінің алмасуына қатысады. Бірақ мырыштың шамадан тыс жиналуы капиллярлардың зақымдануына, жүрек бұлшықетінің әлсіреуіне және иммундық жүйенің төмендеуіне әкелуі мүмкін [17].

Мышық. Суаттардағы мышық қосылыстарының болуы – кен байыту зауыттары және кәсіпорындары, пестицид өндірісі нәтижесінде болады. Қазіргі таңда пестицидті тыңайтқыштар кеңінен қолданылатындықтан, оның организм үшін қауіпті металдардың көп мөлшері егістік арқылы өзен көлдерге түседі. Мышық өте улы, ол адам организміндегі тотықтырғыш процестерді ақырындатады, ағзалар мен ұлпалардың оттегімен қанықтыруына әсер етеді [7].

Қорғасын адам ағзасына көпжақты уытты әсер ететін элемент болып табылады. Ол орталық және шеткі жүйке жүйесіне, қан түзу жүйесіне, ас қорыту және жүрек-қан тамыр жүйелеріне, бүйрекке және репродуктивтік қызметке кері ықпал етеді. Сонымен қатар қорғасын канцерогендік қасиетке ие. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы оны қоршаған ортадағы аса қауіпті ластаушы заттардың қатарына жатқызады және қауіптілік бойынша бірінші класқа енгізеді. Созылмалы қорғасынмен улану асқазан-ішек, жүйке-бұлшықет, орталық жүйке жүйесі, қан түзу жүйесі және бүйрек қызметінің бұзылуымен сипатталуы мүмкін, бұл белгілер жеке немесе біріге отырып көрінуі ықтимал [18].

Хром. Белгілі мөлшердегі хром қосылыстары суаттарға гальваникалық және бояу цехтары ақаба суларынан, тоқыма өнеркәсібінен, тері зауыттары мен химиялық өнеркәсіп орындарынан түсуі мүмкін. Көп мөлшердегі хром қосылыстары канцерогендік әрекетке әкеп соғады [7].

Сынаптың су ортасында болуы ерекше қауіпті, себебі ол су организмдері арқылы адамға жетіп, ауыр уланулар туғызуы мүмкін. Сынап ағзада жиналатын у болып табылады және асқазан-ішек жолы, тыныс алу жолдары мен тері арқылы сіңеді. Оның органикалық қосылыстары, әсіресе метилсынап, жүйке жүйесіне өте жоғары уытты әсер көрсетеді. Сынаппен улану жедел немесе созылмалы түрде өтіп, жүйке жүйесінің зақымдануымен, сезімталдықтың төмендеуімен, қалқанша без бен жүрек қызметінің бұзылуымен қатар жүруі мүмкін [19].

Кадмий де қауіпті ауыр металдардың қатарына жатады және ол ауыл шаруашылық тыңайтқыштары арқылы тағам тізбегіне түсуі мүмкін. Бұл элемент ағзада жинақталып, сүйек тінінің әлсіреуіне, деформациясына, сондай-ақ бүйрек, бауыр, өкпе және сүйек кемігінің зақымдануына әкеледі. Кадмиймен созылмалы уланудың ең ауыр көріністерінің бірі ретінде «итай-итай» ауруы белгілі, ол қаңқаның деформациясымен, қозғалыстың бұзылуымен және бүйрек жеткіліксіздігімен сипатталады [19; 20].

Жалпы алғанда, ауыр металдар қоршаған орта мен адам денсаулығына айтарлықтай қауіп төндіреді, себебі олар ағзада жинақталып, ұзақ мерзімді уытты және генетикалық әсерлерге әкелуі мүмкін. Бұл металдар жүрек-қан тамыр ауруларының, аллергиялық реакциялардың және қатерлі ісіктердің дамуына ықпал етіп, жасушалар мен тіндердің қалыпты қызметін бұзады. Сондықтан ауыр металдармен байланысты қауіптерді азайту үшін қоршаған ортаны қорғау шаралары мен жеке қауіпсіздік ережелерін сақтау аса маңызды [19; 20].

Қорытынды

Қазіргі таңда өндіріс пен урбанизацияның қарқынды дамуына байланысты ауыз су көздеріне ауыр металдардың түсуі артып отыр. Ауыз су арқылы ағзаға үздіксіз түскен ауыр металдар жинақталып, асқорыту, бауыр, бүйрек және жүйке жүйесінің қызметін бұзып, экологиялық факторлармен байланысты аурулардың даму қаупін арттырады. Осыған байланысты ауыз судағы ауыр металдардың құрамын тұрақты бақылау, олардың рұқсат етілген шекті концентрацияларын сақтау және халық денсаулығына төнетін ықтимал әсерін кешенді түрде бағалау аса маңызды.

Пайдаланылған деректер тізімі

1 Елубай, М. А., Сулейменов, М. А., Кикueva, А. Ж. и др. Исследование состава солей тяжелых металлов в питьевой воде // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 2. – С. 114–125.

2 **Синода, В. А., Кудрич, Л. А., Жмакин, И. А., Васильев, П. В.** Приоритетные загрязнители питьевой воды, оказывающие негативное воздействие на состояние здоровья населения Тверской области // Тверской медицинский журнал. – 2019. – № 5. – С. 18–28.

3 **Синода, В. А., Жмакин, И. А., Кудрич, Л. А. и др.** Состояние питьевой воды систем централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения – важный фактор среды обитания населения Тверской области // Тверской медицинский журнал. – 2019. – № 5. – С. 7–17.

4 **Alloway, B. J.** Heavy metals in soils and aquatic environments: sources, pathways and impacts // *Environmental Pollution*. – 2021. – Vol. 285. – Art. 117425. – DOI: 10.1016/j.envpol.2021.117425.

5 **Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. V., Beeregowda, K. N.** Toxicity, mechanism and health effects of heavy metals // *Interdisciplinary Toxicology*. – 2020. – Vol. 13, No. 2. – P. 60–72. – DOI: 10.2478/intox-2020-0009.

6 **Оразбаев, Ә. Е.** Экотоксикология : оқу құралы. – Қарағанды : «АҚНҰР баспасы», 2017. – 236 б.

7 **Бейсенова, Р. Р., Саспугаева, Г. Е., Аубакирова, Б. Н.** Жаратылыстанудың экологиялық аспектілері : оқу құралы. – Алматы : TechSmith, 2019. – 176 б.

8 **Крупа, Е. и др.** Тяжелые металлы в пресных водах Казахстана и методологические подходы к разработке региональной классификации качества воды // Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 87–110. URL: https://ks.dku.kz/documents/67/7_Heavy_Metals_in_Fresh_Waters_of_Kazakhstan_and_Methodological_Approaches_RUS.pdf

9 **Beisenova, R., Tussupova, K., Tazitdinova, R., Tulegenova, S., Rakhymzhan Z., Orkeyeva, A., Alkhanova, Y., Myrzagaliev, A., Nugmanov, A., Zhupysheva, A.** Perceived and physical quality of drinking water in Pavlodar and Akmola rural regions of Kazakhstan // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, No. 17. – Art. 7625. – URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/85204029098?origin=resultslist>.

10 **Serikbay, N. T., Tillakarim, T. A., Rodrigo-Parri, J., Rodrigo-Clavero, M.-E., Duskayev, K. K.** Evaluation of reservoir inflows using semi-distributed hydrological modeling techniques: application to the Esil and Moildy rivers' catchments in Kazakhstan // *Water*. – 2023. – Vol. 15, No. 16. – Art. 2967. – URL: <https://doi/10.3390/w15162967>

11 **Năstăsescu, V., Mititelu, M., Goumenou, M., Docea, A. O., Renieri, E., Udeanu, D. I., Oprea, E., Arsene, A. L., Dinu-Pîrvu, C. E., Ghica, M.** Heavy

metal and pesticide levels in dairy products: Evaluation of human health risk // *Food and Chemical Toxicology*. – 2020. – Vol. 146. – Art. 111844.

12 **Florea, M. A., Drumea, V., Nita, A. R., Olariu, L., Costea, T., Gird, C. E.** Investigation of pesticide residues and heavy metals in peppermint samples // *Farmacia*. – 2020. – Vol. 68, № 4. – P. 704–709.

14 **Saira, B., Begum, F., Khan, M. Z., Mumtaz, S., Shedayi, A. A., Wafee, S., Ali, K., Ali, H.** A human health risk assessment of heavy metals in drinking water systems of Central-Hunza, Pakistan // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2019. – Vol. 28, № 3. – P. 2269–2277.

14 **Masok, F. B., Masiteng, P. L., Mavunda, R. D., Maleka, P. P.** Health risk evaluation of toxic heavy metals in water from Richards Bay // *South African Journal of Environmental Analysis and Toxicology*. – 2017. – Vol. 7, № 4. – Art. 487. – <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000487>.

15 World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: heavy metals (lead, cadmium, mercury). – Geneva : World Health Organization, 2022.

16 **Вишневецкий, В. Ю., Попружный, В. М.** Оценка влияния содержания меди в природной воде в районе водозаборов города Таганрога и Таганрогском заливе Азовского моря на здоровье человека // *Инженерный вестник Дона*. – 2017. – № 4 (47). – С. 43.

17 **Ахполова, П. О., Брин, В. Б.** Современные представления о кинетике и патогенезе токсического воздействия тяжелых металлов (обзор литературы) // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 55–61.

18 **Андрусишина, И. Н., Голуб, И. А., Малецкий, З. В.** Опасен ли свинец в питьевой воде? (обзор литературы) // *Вода и водоочистные технологии*. Научно-технические вести. – 2016. – № 2 (19). – С. 40–50.

19 **Махниченко, А. С., Пащенко, А. Е.** Влияние тяжелых металлов на организм человека // *Science Time*. – 2016. – № 2 (26). – С. 395–401.

20 **Магомедова, З. Н., Мусиев, Д. Г.** Влияние тяжелых металлов на экологию окружающей среды и здоровье человека и животных // *Современные проблемы АПК и перспективы его развития : сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф.* – Махачкала, 2017. – С. 195–199.

References

1 **Elubai, M. A., Suleimenov, M. A., Kikueva, A. Zh., et al.** Issledovanie sostava soley tyazhelykh metallov v pit'evoy vode [Investigation of the composition of heavy metal salts in drinking water] // *Nauka i tekhnika Kazakhstana* [Science and Technology of Kazakhstan]. – 2019. – № 2. – P. 114–125.

2 **Sinoda, V. A., Kudrich, L. A., Zhmakin, I. A., Vasil'ev, P. V.** Prioritetnye zagryazniteli pit'evoy vody, okazyvayushchie negativnoe vozdeystvie na sostoyanie zdorov'ya naseleniya Tverskoy oblasti [Priority drinking water pollutants negatively affecting public health in the Tver Region] // Tverskoy meditsinskiy zhurnal [Tver Medical Journal]. – 2019. – № 5. – P. 18–28.

3 **Sinoda, V. A., Zhmakin, I. A., Kudrich, L. A., et al.** Sostoyanie pit'evoy vody sistem tsentralizovannogo i netsentralizovannogo khozyaystvenno-pit'evogo vodosnabzheniya – vazhnyy faktor sredey obitaniya naseleniya Tverskoy oblasti [Drinking water quality of centralized and decentralized water supply systems as an important environmental factor in the Tver Region] // Tverskoy meditsinskiy zhurnal [Tver Medical Journal]. – 2019. – № 5. – P. 7–17.

4 **Alloway, B. J.** Heavy metals in soils and aquatic environments: sources, pathways and impacts // Environmental Pollution. – 2021. – Vol. 285. – Art. 117425. – <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117425>.

5 **Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., Beeregowda, K. N.** Toxicity, mechanism and health effects of heavy metals // Interdisciplinary Toxicology. – 2020. – Vol. 13. – No. 2. – P. 60–72. – <https://doi.org/10.2478/intox-2020-0009>.

6 **Orazbaev, A. E.** Ekotoksikologiya: oku kuraly [Ecotoxicology: textbook]. – Karaganda : «AKNUR» baspasy, 2017. – 236 p.

7 **Beisenova, R. R., Saspuayeva, G. E., Aubakirova, B. N.** Zharatylystanudyn ekologiyalyk aspektleri: oku kuraly [Ecological aspects of natural sciences: textbook]. – Almaty : TechSmith, 2019. – 176 p.

8 **Krupa, E., et al.** Tyazhelye metally v presnykh vodakh Kazakhstana i metodologicheskie podkhody k razrabotke regional'noy klassifikatsii kachestva vody [Heavy metals in fresh waters of Kazakhstan and methodological approaches to regional water quality classification] // Tsentral'noaziatskiy zhurnal issledovaniy vodnykh resursov [Central Asian Journal of Water Research]. – 2020. – Vol. 6. – № 2. – P. 87–110. URL: https://ks.dku.kz/documents/67/7_Heavy_Metals_in_Fresh_Waters_of_Kazakhstan_and_Methodological_Approaches_RUS.pdf

10 **Beisenova, R., Tussupova, K., Tazitdinova, R., Tulegenova, S., Rakhymzhan, Z., Orkeyeva, A., Alkhanova, Y., Myrzagaliyeva, A., Nugmanov, A., Zhupysheva, A.** Perceived and physical quality of drinking water in Pavlodar and Akmola rural regions of Kazakhstan // Sustainability. – 2024. – Vol. 16. – No. 17. – Art. 7625. – URL: <https://www.scopus.com/pages/publications/85204029098?origin=resultslist>

10 **Serikbay, N. T., Tillakarim, T. A., Rodrigo-Illari, J., Rodrigo-Clavero, M.-E., Duskayev, K. K.** Evaluation of reservoir inflows using semi-distributed hydrological modeling techniques: application to the Esil and Moildy rivers'

catchments in Kazakhstan // Water. – 2023. – Vol. 15. – No. 16. – Art. 2967. – URL: <https://doi.org/10.3390/w15162967>

11 **Năstăsescu, V., Mititelu, M., Goumenou, M., et al.** Heavy metal and pesticide levels in dairy products: evaluation of human health risk // Food and Chemical Toxicology. – 2020. – Vol. 146. – Art. 111844.

12 **Florea, M. A., Drumea, V., Nita, A. R., Olariu, L., Costea, T., Gird, C. E.** Investigation of pesticide residues and heavy metals in peppermint samples // Farmacia. – 2020. – Vol. 68. – № 4. – P. 704–709.

13 **Saira, B., Begum, F., Khan, M. Z., et al.** A human health risk assessment of heavy metals in drinking water systems of Central-Hunza, Pakistan // Fresenius Environmental Bulletin. – 2019. – Vol. 28. – № 3. – P. 2269–2277.

14 **Masok, F. B., Masiteng, P. L., Mavunda, R. D., Maleka, P. P.** Health risk evaluation of toxic heavy metals in water from Richards Bay // South African Journal of Environmental Analysis and Toxicology. – 2017. – Vol. 7. – № 4. – Art. 487. – <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000487>.

15 World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: heavy metals (lead, cadmium, mercury). – Geneva : World Health Organization, 2022.

16 **Vishnevetskiy, V. Yu., Popruzhnyy, V. M.** Otsenka vliyaniya sodержaniya medi v prirodnoy vode v rayone vodozaborov goroda Taganroga i Taganrogskom zalive Azovskogo morya na zdorov'e cheloveka [Assessment of the impact of copper content in natural water near the Taganrog water intake area and the Taganrog Bay of the Azov Sea on human health] // Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don]. – 2017. – № 4 (47). – P. 43.

17 **Akhpolova, P. O., Brin, V. B.** Sovremennyye predstavleniya o kinetike i patogeneze toksicheskogo vozdeystviya tyazhelykh metallov (obzor literatury) [Modern concepts of kinetics and pathogenesis of toxic effects of heavy metals: a literature review] // Vestnik novykh meditsinskiykh tekhnologiy [Bulletin of New Medical Technologies]. – 2020. – Vol. 27. – № 1. – P. 55–61.

18 **Andruschina, I. N., Golub, I. A., Maletskiy, Z. V.** Opasen li svinets v pit'evoy vode? (obzor literatury) [Is lead in drinking water dangerous? (A literature review)] // Voda i vodoочистnye tekhnologii. Nauchno-tekhnicheskie vesti [Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical Bulletin]. – 2016. – № 2 (19). – P. 40–50.

19 **Makhnichenko, A. S., Pashchenko, A. E.** Vliyanie tyazhelykh metallov na organizm cheloveka [Effects of heavy metals on the human body] // Science Time. – 2016. – № 2 (26). – P. 395–401.

20 **Magomedova, Z. N., Musiev, D. G.** Vliyanie tyazhelykh metallov na ekologiyu okruzhayushchey sredey i zdorov'e cheloveka i zhivotnykh [Effects of heavy metals on the environment and human and animal health] // Sovremennyye

problemy APK i perspektivy ego razvitiya: sb. nauch. tr. Vseros. nauch.-prakt. konf. [Modern Problems of the Agro-Industrial Complex and Prospects for Its Development: Proc. All-Russian Sci.-Prac. Conf.]. – Makhachkala, 2017. – P. 195–199.

31.01.26 ж. баспаға түсті.
06.02.26 ж. түзетулерімен түсті.
31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

*А. Н. Куршан¹, М. М. Бахтин²

¹Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана;

²Медицинский университет Астана,
Республика Казахстан, г. Астана.

Поступило в редакцию 31.01.265.

Поступило с исправлениями 06.02.26.

Принято в печать 31.03.26.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СОСТАВЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В данной статье представлен обзор научной литературы, описывающей влияние тяжёлых металлов, содержащихся в питьевой воде, на организм человека. В ходе литературного обзора проанализированы данные, приведённые в отечественных и зарубежных исследованиях, рассмотрены источники поступления тяжёлых металлов в питьевую воду, пути их распространения и основные эффекты воздействия на здоровье человека. Тяжёлые металлы относятся к числу широко распространённых загрязняющих веществ в окружающей среде, формирующихся под воздействием природных и антропогенных факторов. Поступая в организм человека с питьевой водой, они обладают способностью к длительному накоплению.

Согласно литературным данным, такие тяжёлые металлы, как свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, хром, медь и цинк, могут оказывать токсическое воздействие на нервную систему, печень и почки, сердечно-сосудистую и кроветворную системы. Несмотря на то, что некоторые металлы в малых количествах имеют физиологическое значение, превышение допустимых предельно допустимых

концентраций может приводить к опасным последствиям для здоровья. Химическая форма тяжёлых металлов напрямую влияет на степень их всасывания в организме и уровень токсичности.

В статье подчёркивается важность постоянного контроля качества питьевой воды и комплексной оценки рисков, связанных с воздействием тяжёлых металлов на здоровье человека. Результаты исследования подтверждают актуальность проблемы содержания тяжёлых металлов в питьевой воде и обосновывают необходимость усиления профилактических мер для защиты здоровья населения.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, питьевая вода, окружающая среда, загрязнение, человек, здоровье.

*А. N. Kurshan¹, М. М. Bakhtin²

¹L. N. Gumilyov Eurasian National University,
Republic of Kazakhstan, Astana;

²Astana Medical University,
Republic of Kazakhstan, Astana.

Received 31.01.26.

Received in revised form 06.02.26.

Accepted for publication 31.03.26.

THE EFFECTS OF HEAVY METALS IN DRINKING WATER ON THE HUMAN BODY (A LITERATURE REVIEW)

This article presents a review of scientific literature describing the effects of heavy metals present in drinking water on the human body. The literature review analyzes data reported in domestic and international studies and examines the sources of heavy metal contamination of drinking water, their pathways of distribution, and the main impacts on human health. Heavy metals are among the most widespread environmental pollutants and occur as a result of both natural and anthropogenic factors. When entering the human body through drinking water, they have the ability to accumulate over long periods of time.

According to the reviewed literature, heavy metals such as lead, cadmium, mercury, arsenic, chromium, copper, and zinc may exert toxic effects on the nervous system, liver and kidneys, as well as on the cardiovascular and hematopoietic systems. Although some metals have physiological significance in small amounts, exceeding permissible concentration limits can lead to serious health consequences. The chemical

form of heavy metals directly affects their absorption in the body and their level of toxicity.

The article emphasizes the importance of continuous monitoring of drinking water quality and comprehensive assessment of health risks associated with exposure to heavy metals. The findings confirm the relevance of the problem of heavy metal contamination in drinking water and substantiate the need to strengthen preventive measures to protect public health.

Keywords: heavy metals, drinking water, environment, pollution, human, health.

SRSTI 87.15.15

<https://doi.org/10.48081/BGQF1971>

A. A. Telzhanova¹, *Sh. Zh. Arynova²

^{1,2}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2394-2883>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9895-7649>

*e-mail: shinar_uzh@mail.ru

THE ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN BOZSHAKOL MINE AREA

This article provides a comprehensive assessment of the impact of pollutants on atmospheric air in the operating area of the Bozshakol copper-molybdenum deposit. Mining activity has complex and multifaceted impacts on the environment. This applies in particular to open-pit mining. During open-pit mining, a significant amount of pollutants are released into the air, with inorganic dust being the main pollutant. During the study, the main pollutants were identified: inorganic dust SiO₂ less than 20 %, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, saturated hydrocarbons C₁₂-C₁₉. Atmospheric air samples were taken with meteorological support (temperature, atmospheric pressure, wind direction and speed) at six points on the border of the design sanitary protection zone. Analyzing the results obtained, it can be concluded that no exceedances of pollutant concentrations above the maximum allowable concentrations were found. In addition, both stationary and fugitive sources of pollutant emissions into the atmosphere have been identified. The authors proposed general recommendations for reducing the impact of industrial activities on the atmosphere and localizing the spread of pollutants at enterprises during mining operations and related measures to reduce emissions.

Keywords: mining, open-pit mining, atmospheric air, pollutants, dust, emissions.

Introduction

Mining production is technologically interconnected with the processes of human impact on the environment in order to provide raw materials and energy resources to various spheres of economic activity [1, P. 29–39; 2, P. 11–19].

The rapid growth in the consumption of natural resources is accompanied not only by changes in the quantitative scale of anthropogenic impact, but also by the emergence of new factors whose previously insignificant impact on nature is now becoming dominant. The damage caused to natural components leads to tangible consequences and reflects the reverse reaction to this impact (negative for society), summarized by the concept of ‘the current environmental situation’ [3, P. 254–258; 4, P. 9].

Mining activity has complex and multifaceted impacts on the environment. This applies in particular to open-pit mining. During open-pit mining, a significant amount of pollutants are released into the air, with inorganic dust being the main pollutant [5, P. 6–9; 6, P. 95–106]. The emission of this substance leads to the gradual degradation of green spaces, a decrease in their productivity and a loss of stability [7, P. 30–42; 8, P. 39–46].

The relevance of researching the impact of atmospheric pollutants at open-pit mines is due to their significant effect on human health and the environment, including water and soil pollution, biodiversity loss, and climate change. Research is necessary for the development of effective measures to reduce harmful emissions, introduce environmentally friendly technologies, and protect natural resources.

The object of the study is the current state of open-pit mining operations carried out at the existing mining and processing complex of KAZ Minerals Bozshakol LLP (KAZ Minerals Bozshakol). The main activity at the considered industrial site is the extraction of copper-molybdenum ore at the Bozshakol deposit. The production site of the facility is located on the territory of the Ekibastuz district of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan, 170 km southwest of the regional center - Pavlodar, 60 km west of the regional center - Ekibastuz and 18 km north of the railway stations Bozshakol and Shiderty, located on the Pavlodar - Astana highway. The nearest settlement is Tort-Kuduk village.

The aim of the study is to conduct a comprehensive assessment of the impact of pollutants on atmospheric air in the area of operation of the Bozshakol field and developing recommendations for preventing and reducing emissions.

Materials and methods

The main type of impact on the atmosphere is pollution by dust and gas emissions [9, P. 1–20]. Specific forms of impact are represented by the release of gases and dust during drilling, blasting, loading and unloading operations, wind erosion of the road surface, mine workings, mine dumps, and stockpiles.

There are no KazHydromet RSE posts in the area where KAZ Minerals Bozshakol is located. According to the background concentration report provided on the website of the Hydrometeorological Service of the Republic of Kazakhstan, due to the lack of observations of atmospheric air conditions in the Republic of Kazakhstan, Karkaraly District, it is not possible to issue a certificate on background concentrations of pollutants

in atmospheric air, and therefore the values of existing background concentrations of pollutants in atmospheric air are not known.

To assess the state of atmospheric air in the area surrounding the plant, as part of production monitoring, work was carried out to study air pollution in the zone of influence of the enterprise on the border of sanitary protection zone [10, P. 332].

According to the industrial environmental monitoring program, atmospheric air sampling was carried out at the boundary of the sanitary protection zone quarterly in 2024. Atmospheric air sampling was carried out with meteorological support (temperature, atmospheric pressure, wind direction and speed) at 6 points on the boundary of a design sanitary protection zone (3 background points and 3 underflare points depending on the wind direction), for the following elements: inorganic dust SiO₂ less than 20%, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, sulfur dioxide, carbon monoxide, saturate hydrocarbons C12–C19. The following methods were used to determine pollutants: gravimetric method, physical and chemical method, physical method [11, P. 7–26; 12, P. 33].

Results and discussion

All selected samples are meteorologically supported (temperature, atmospheric pressure, wind direction and speed, humidity). As can be seen from the analysis of the data (based on average figures), the concentration of inorganic dust at the boundary of the sanitary protection zone does not exceed the quality standards established for atmospheric air in populated areas. The main pollutant emitted during mining operations is inorganic dust containing 20–70 % SiO₂.

Table 1 – Chemical analysis data for atmospheric air samples in the area affected by the KAZ Minerals Bozshakol quarry (based on 2024 data)

Date of sampling	Sampling point	Name of the pollutant	MAC (maximum one-time concentration, mg/m ³)	Actual concentration, mg/m ³	Exceedance of MAC, multiplicity

Q1 2024 (13.02.2024)	p.1	Nitrogen dioxide	less than 0.02	0.2	no
		Nitrogen oxide	less than 0.03	0.4	no
		Sulphurous oxide	0.055	0.5	no
		Carbon oxide	less than 1.5	5	no
		Saturated hydrocarbons C12-C19	0.54	1	no
		Inorganic dust SiO ₂ less than 20 %	less than 0.075	0.5	no
	p.2	Nitrogen dioxide	less than 0.02	0.2	no
		Nitrogen oxide	less than 0.03	0.4	no
		Sulphurous oxide	0.042	0.5	no
		Carbon oxide	less than 1.5	5	no
		Saturated hydrocarbons C12-C19	0.59	1	no
		Inorganic dust SiO ₂ less than 20 %	less than 0.075	0.5	no
	p.3	Nitrogen dioxide	less than 0.02	0.2	no
		Nitrogen oxide	less than 0.03	0.4	no
		Sulphurous oxide	0.39	0.5	no
		Carbon oxide	less than 1.5	5	no
		Saturated hydrocarbons C12-C19	less than 0.5	1	no
		Inorganic dust SiO ₂ less than 20 %	less than 0.075	0.5	no
	p.4	Nitrogen dioxide	less than 0.02	0.2	no
		Nitrogen oxide	less than 0.03	0.4	no
		Sulphurous oxide	0.42	0.5	no
		Carbon oxide	less than 1.5	5	no
		Saturated hydrocarbons C12-C19	less than 0.5	1	no
		Inorganic dust SiO ₂ less than 20%	less than 0.075	0.5	no

Analyzing Table 1, we can conclude that no excess of pollutants over MAC values was detected. MAC values are adopted in accordance with the current “Hygienic standards for atmospheric air in urban and rural areas”, approved by the order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated August 2, 2022 No. KR DSM-70.

Also, source of pollutant emissions (SPE) into the atmospheric air have been identified, the numbering of which is carried out taking into account

the requirements of the Environmental Code of RK and the Methodology for determining emission standards into the environment, approved by the order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated March 10, 2021 No. 63, as well as the current environmental impact permit for Category I facilities No. KZ00VCZ03461060 dated April 15, 2024, issued by the State Institution “Committee for Environmental Regulation and Control of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan” [10, P. 332; 11, P. 7–26; 12, P. 33]. A summary list of sources of pollutant emissions is presented in Table 2.

Table 2 – Summary list of sources of pollutant emissions

Number of emission source	Name of emission source
0001-0012	DR drilling rigs
0508-0516	Diesel compressors, generators
0518-0522	Blow heaters
0523-0527	Mobile welding machines
0528-0550	Quarry drainage pumps
6010-6016	Drilling and blasting operations
6017	Loading and extraction operations
6018	Dusting when moving equipment
6019	Unloading of waste rock onto overburden dumps
6020-6021	Overburden waste dumps
6022, 6102-6105, 6114,	Piling and leveling of overburden slopes on overburden dumps
6024-6041, 6130-6134	Static storage of ores (sulfide ore, oxidized ore, cut-off grade ore, mixed ore)
6045-6056	Static storage of topsoil on stockpiles
6059	Unloading crushed stone
6061	Dusting when moving equipment
6135	Crushing of oversize

In addition, the dispersion of pollutants in the ground layer of atmospheric air was calculated. The calculation of dispersion of pollutants in the ground layer of atmospheric air emitted into the atmosphere by the enterprise’s sources was carried out using the UPRZA “ERA” version 4.0 from the company NPP “Logos-Plus”, Novosibirsk (permission for use in the Republic of Kazakhstan: letter of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Republic of Kazakhstan No. 09-335 dated 04.02.2002).

Since at a distance equal to 50 heights of the highest source of the enterprise, the difference in height does not exceed 50 m, the dimensionless coefficient taking into account the influence of the terrain (h) is taken to be equal to 1.0. An analysis of dispersion calculations shows that the greatest contribution to pollution of the ground layer of the atmosphere at an industrial site is made by inorganic dust with a silicon content of 20–70 %.

Analysis of the results of the dispersion calculation allows us to conclude that both at the border and outside the sanitary protection zone, the maximum surface concentrations during the operation of industrial site sources do not exceed the maximum allowable concentration (MAC), and that sanitary standards for the quality of the surface layer of atmospheric air outside the border of sanitary protection zone are not violated under the influence of operation of the pollution sources of the plant [11, P. 7–26].

The following measures to reduce emissions are proposed as general recommendations for reducing the impact of production activities on atmospheric air and localizing the spread of pollutants by the enterprise during mining operations:

- all earthworks must be carried out in strict accordance with the project. Specialized equipment must be kept in specially prepared parking areas;
- when compacting the soil, dust suppression measures will be carried out (watering the soil with rolling rollers);
- when conducting drilling operations, water shall be used to ensure drilling efficiency and dust suppression;
- in order to prevent fuel and lubricants from entering the soil, refuelling and repairing equipment must be carried out in a specially designated area. Refueling of stationary vehicles and vehicles with limited mobility is carried out by refueling trucks;
- maintenance of specialized equipment (replacement of tires, oils, filters) should be carried out on the territory of the repair bays of KAZ Minerals Bozshakol.

In accordance with the “Methodological Guidelines for Emission Regulation under Unfavorable Meteorological Conditions (UMC),” when developing UMC measures, the contribution of various sources to the creation of ground-level concentrations of harmful substances should be taken into account, which is determined by calculations of ground-level concentration fields. There are three modes of operation for an enterprise in adverse weather conditions. The measures for the first and second modes are organizational and technical in nature, they can be easily implemented without significant costs and reducing the productivity of an enterprise [13, P. 27]. These include the following general activities:

- strengthen control over the exact observance of technological regulations;

- prohibit the forced operation of equipment;
- disperse over time the operation of technological units that are not involved in a single continuous technological process, during the operation of which emissions of harmful substances into the atmosphere reach their maximum value;
- limit the use of motor vehicles and other mobile sources of emissions on the premises of the enterprise;
- limit loading and unloading operations and drilling operations associated with significant emissions of pollutants into the atmosphere.

In accordance with the ‘Methodology for regulating emissions under adverse meteorological conditions’, Appendix 40 to Order No. 298 of the Minister of Environmental Protection dated 29 November 2010, measures to reduce emissions of harmful substances into the atmosphere during periods of unfavorable meteorological conditions are being developed for enterprises located in populated areas where unfavorable meteorological conditions are forecast or expected by the State Hydrometeorological Agency [13, P. 27]. Due to the fact that no forecasting for unfavorable meteorological conditions is carried out in the area where the enterprise is located, it is not necessary to develop an action plan for the period of unfavorable meteorological conditions.

Conclusion

According to this study, the total volume of pollutant emissions into the atmosphere from mining operations at the Bozshakol deposit in 2025 will amount to 5597.521925 tons. The main pollutant released during mining operations is inorganic dust containing silicon dioxide in %: 70-20 (chamotte, cement, cement production dust - clay, shale, blast furnace slag, sand, clinker, ash, silica, coal ash from Kazakhstani deposits), as well as nitrogen dioxide, nitrogen oxide, carbon (soot, black carbon), sulfur dioxide, carbon monoxide (carbon monoxide, carbon monoxide), benzopyrene, formaldehyde (methanal), kerosene, alkanes C12-19, solvent ППК-265 II. The sources of emissions are both stationary sources (drainage pumps, drilling rigs, diesel generators, blow heaters, etc.) and fugitive sources of emissions (blasting, drilling, dumping, static storage, dusting during movement of machinery, etc.). Chemical effects on atmospheric air quality will be carried out within the boundaries of the impact area at a distance of 1000 meters from the work site. Beyond the conditional boundary of 1 MAC, there will be no excess of the calculated maximum ground-level concentrations of pollutants over the MAC values established for the air of populated areas.

References

1 Florin Faur, Mioara Brujan (Predoiu), Maria Lazăr, Izabela-Maria Apostu, Daniel Moisuc-Hojda. A Brief Study To Assess The Environmental Impact Generated By Jilț North Open Pit // Mining Revue. – 2023. – Vol. 29. – № 4. – P. 29 – 39.

2 Иванова, О. И., Колпакова, О. П., Мамонтова, С. А., Ковалева, Ю. П. Оценка рационального использования природных ресурсов при открытых горных работах // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 3 (156). – С. 11–19.

3 Игнатенко, О. В., Носкова, Н. В. Оценка воздействия золотодобывающего предприятия на атмосферный воздух // Труды Братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. – 2020. – Т. 1. – С. 254–258.

4 Тесленок, С. А., Шперль, Д. А. Загрязнение окружающей среды при открытой добыче полезных ископаемых // ОГАРЕВ-Online. – 2023. – № 4 (189). – С. 9.

5 Бережная, М. С. Экологические проблемы открытой добычи полезных ископаемых // Проблемы комплексного освоения полезных ископаемых: Материалы IV Молодежн. экологич. форума, посвящ. – 2019. – Т. 300. – С. 6–9.

6 Дылдин, Г. П., Косарев, Н. П., Мартынов, В. В., Дылдин, А. Г. Анализ технологии и оборудования предприятия по добыче и переработке щебня как источника загрязнения атмосферы // Известия УГТУ. – 2024. – Вып. 3 (75) – С. 95–106.

7 Hoxha, E., Symochko, L., Pinheiro, M. N. The environmental impact of mining activities in Europe: a comprehensive analysis // International Journal of environmental studies. – 2025. – P. 30–42.

8 Фадеев, Ф., Хохряков, А. В., Гревцев, Н. В., Цейтлин, Е. М. Динамика негативного воздействия на окружающую среду на разных стадиях развития горного производства // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2012. – № 1. – С. 39–46.

9 Malama, A., Mavole, J., Michael, S. Copper Mine Development and Environmental Sustainability: A Study of Nchanga Open Pit Mine in Chingola Township of Zambia // The International Journal of Social and Development Concerns. – 2020. – Vol. 13. – P. 20.

10 Экологический Кодекс Республики Казахстан. – 2021. – № 400-VI. – С. 332.

11 Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду, утвержденной приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК. – 2021. – № 63 – С. 7–26.

12 Методика расчета нормативов выбросов от неорганизованных источников. Приложение № 8 к приказу МООС и ВР РК № 221-0. – 2014. – С. 33.

13 РД 52.04-52-85 Методические указания «Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях». – 1986. – С. 27.

References

1 Florin Faur, Mioara Brujan (Predoiu), Maria Lazăr, Izabela-Maria Apostu, Daniel Moisuc-Hojda. A Brief Study To Assess The Environmental Impact Generated By Jilț North Open Pit // Mining Revue. – 2023. – Vol. 29. – № 4. – P. 29 – 39.

2 Ivanova, O. I., Kolpakova, O. P., Mamontova, S. A., Kovaleva, Yu. P. Otsenka ratsionalnogo ispolzovaniya prirodnykh resursov pri otkrytykh gornykh rabotakh // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Assessment of the rational use of natural resources in open-pit mining // Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]. – 2020. – №. 3 (156). – P. 11–19.

3 Ignatenko, O. V., Noskova, N. V. Otsenka vozdeistviya zolotodobyvayushchego predpriyatiya na atmosfernyi vozdukh // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: estestvennye i inzhenernye nauki [Assessment of the impact of a gold mining enterprise on atmospheric air // Proceedings of Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences]. – 2020. – P. 254–258.

4 Teslenok, S. A., Shperl, D. A. Zagryaznenie okruzhayushchei sredy pri otkrytoi dobyche poleznykh iskopaemykh // OGAREV-Online [Environmental pollution caused by open-pit mining // OGAREV-Online]. – 2023. – P. 9.

5 Berezhnaya, M. S. Ekologicheskie problemy otkrytoi dobychi poleznykh iskopaemykh // Problemy kompleksnogo osvoeniya poleznykh iskopaemykh: Materialy IV Molodezhn. ekologich. Forum. [Environmental problems of open-pit mining // Problems of comprehensive mineral resource development: Proceedings of the IV Youth Environmental Forum]. – 2019. – Vol. 300. – P. 6–9.

6 Dyldin, G. P., Kosarev, N. P., Martynov, V. V., Dyldin, A. G. Analiz tekhnologii i oborudovaniya predpriyatiya po dobyche i pererabotke shchebnya kak istochnika zagryazneniya atmosfery [Analysis of the technology and equipment used by enterprises for the extraction and processing of crushed stone as a source of atmospheric pollution] // Izvestiya UGGU. – 2024. – I. 3 (75) – P. 95–106.

7 Hoxha, E., Symochko, L., Pinheiro, M. N. The environmental impact of mining activities in Europe: a comprehensive analysis // International Journal of environmental studies. – 2025. – P. 30–42.

8 Fadeichev, F., Khokhryakov, A. V., Grevtsev, N. V., Tseitlin, E. M. Dinamika negativnogo vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu na raznykh stadiyakh razvitiya gornogo proizvodstva // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyy zhurnal [The dynamics of negative environmental impact at different stages of mining development // News of Higher Educational Institutions. Mining Journal]. – 2012. – P. 39–46.

9 Malama, A., Mavole, J., Michael, S. Copper Mine Development and Environmental Sustainability: A Study of Nchanga Open Pit Mine in Chingola Township of Zambia // The International Journal of Social and Development Concerns. – 2020. – Vol. 13. – P. 20.

10 Ecologicheskii Kodeks Respubliki Kazakhstan [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan]. – 2021. – № 400-VI – P. 332.

11 Metodiki opredeleniya normativov emissii v okruzhayushchuyu sredu, utverzhdennoi prikazom Ministra ekologii, geologii i prirodnykh resursov RK [Methods for determining environmental emission standards, approved by order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan]. – 2021. – № 63. – P. 7–26.

12 Metodika rascheta normativov vybrosov ot neorganizovannykh istochnikov. Prilozhenie № 8 k prikazu MOOS i VR RK ot 12.06.2014 g. [Methodology for calculating emission standards from fugitive sources of emissions, Appendix No. 8 to the Order of the Ministry of Environmental Protection and Water Resources of the Republic of Kazakhstan dated 12 June 2014.] – 2014. – № 221-0 – P. 33.

13 RD 52.04-52-85 Metodicheskie ukazaniya «Regulirovanie vybrosov pri neblagopriyatnykh meteorologicheskikh usloviyakh» [Methodological guidelines “Regulation of emissions under adverse meteorological conditions”]. – 1986. – P. 27.

Received 26.11.25.

Received in revised form 30.01.26.

Accepted for publication 31.03.26.

A. A. Тельжанова¹, *Ш. Ж. Арынова²

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

26.11.25 ж. баспаға түсті.

30.01.26 ж. түзетулерімен түсті.

31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

БОЗШАКӨЛ КЕНІШ АЙМАҒЫНДАҒЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ АУАНЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Осы мақалада Бозшақөл мыс-молибден кен орны қызмет ететін аймақта ластаушы заттардың атмосфералық ауаға әсерін кешенді бағалау жүргізілді. Пайдалы қазбалардың кен орындарын әзірлеу қоршаған ортаға қиын әрі көп жоспарлы әсер етеді. Бұл, ерекше дәрежеде, пайдалы қазбаларды өндірудің ашық тәсіліне жатады. Ашық тау-кен жұмыстарын жүргізген кезде ауаға ластаушылардың едәуір көлемі түседі, бұл ретте негізгі ластаушы зат бейорганикалық шаң болып табылады. Зерттеу барысында негізгі ластаушы заттар анықталды: бейорганикалық шаң SiO₂ 20 %-дан аз, азот диоксиді, азот оксиді, күкірт диоксиді, көміртегі оксиді, C12-C19 шекті көмірсутектер. Атмосфералық ауаның сынамасын алу есептік санитариялық-қорғау аймағының шекарасындағы 6 нүктеде метеорологиялық қамтамасыз етумен (температура, атмосфералық қысым, жел бағыты мен жылдамдығы) жүргізілді. Алынған нәтижелерді талдай отырып, ластаушы заттардың шекті рұқсат концентрациялардың мәндерінен аспағаны туралы қорытындыға келуге болады. Бұдан басқа, атмосфералық ауаға ластаушы заттардың шығарындыларының ұйымдастырылған да, ұйымдастырылмаған да көздері белгіленді. Авторлар өндірістік қызметтің атмосфералық ауаға әсерін төмендету және кәсіпорынның өндіру жұмыстарын жүргізу кезеңінде ластаушы заттардың таралуын оқшаулау үшін жалпы ұсынымдар берді және шығарындыларды азайту бойынша тиісті іс-шаралар ұсынды.

Кілтті сөздер: тау-кен жұмыстары, ашық өндірулер, атмосфералық ауа, ластаушы заттар, тозаң, шығарындылар.

A. A. Тельжанова¹, *Ш. Ж. Арынова²

^{1,2}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 26.11.25.

Поступило с исправлениями 30.01.26.

Принято в печать 31.03.26.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЗШАКОЛЬ

В данной статье проведена комплексная оценка воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух в зоне деятельности медно-молибденового месторождения Бозшаколь. Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает сложное и многоплановое воздействие на окружающую среду. Это, в особой степени, относится к открытому способу добычи полезных ископаемых. При производстве открытых горных работ в воздушную среду поступает значительное количество загрязнителей, причем основным загрязняющим веществом выступает неорганическая пыль. В ходе исследования были определены основные загрязняющие вещества: пыль неорганическая SiO₂ менее 20 %, азота диоксид, азота оксид, сера диоксид, оксид углерода, углеводороды предельные C₁₂-C₁₉. Отбор проб атмосферного воздуха производился с метеорологическим обеспечением (температура, атмосферное давление, направление и скорость ветра) в 6 точках на границе расчётной санитарно-защитной зоны. Анализируя полученные результаты, можно прийти к заключению, что превышений загрязняющих веществ над значениями предельно-допустимых концентраций не обнаружено. Кроме того, установлены как организованные, так и неорганизованные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Авторами предложены общие рекомендации для снижения воздействия производственной деятельности на атмосферный воздух и локализации распространения загрязняющих веществ предприятием в период проведения добычных работ и представлены соответствующие мероприятия по снижению выбросов.

Ключевые слова: горные работы, открытые разработки, атмосферный воздух, загрязняющие вещества, пыль, выбросы.

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

SRSTI 68.39.49

<https://doi.org/10.48081/BGQF1972>

**E. D. Chirgin¹, V. G. Semenov², *D. A. Baimukanov³,
T. Sh. Assanbayev⁴, T. S. Sharapatov⁵**

¹Mari State University,

Yoshkar-Ola, Mari El Republic, Russian Federation

²Chuvash State Agrarian University,

Chuvash Republic, Russian Federation, Cheboksary;

³Research and Production Center for Animal

Husbandry and Veterinary Medicine,

Republic of Kazakhstan, Astana;

^{4,5}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6288-1662>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8520-7083>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6288-1662>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1096-7410>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5177-4001>

*email: dbaimukanov@mail.ru

ANALYSIS OF DAIRY PRODUCTIVITY OF MARES SOVIET, RUSSIAN AND LITHUANIAN HEAVY-DUTY BREEDS

The expansion of dairy horse breeding in central Russia is limited by insufficient data on mare milk productivity and the absence of a standardized system for comparing milk yield across breeds. This methodological gap formed the basis of our research. The study assessed the milk productivity of Soviet, Russian, and Lithuanian heavy-draft mares used for kumis production at two facilities: the CJSC Semenovskiy Stud Farm (Republic of Mari El, Russia) and the LLC BelKumysProm breeding farm (Minsk Region, Belarus).

The subjects of the study were mares of Soviet, Russian, and Lithuanian heavy-draft breeds. It was established that the average duration of lactation was 229, 230, and 228 days in Lithuanian, Russian, and Soviet heavy-draft mares, respectively. The lowest milk production coefficient was recorded

in Soviet heavy-draft mares (475,5 kg), followed by Russian mares (573,9 kg), while Lithuanian mares had the highest value (605,2 kg). The longest productive use under the conditions of the complex was observed in mares of the Russian heavy-draft breed (8,1 years). Mares of Lithuanian and Soviet heavy-draft breeds were used for a comparable period, 6,6 and 6,9 years, respectively.

However, the greatest amount of commercial milk per feed mare was obtained from Lithuanian heavy-draft mares (1709,37 kg); Russian heavy-draft mares ranked second (1355,85 kg), and Soviet heavy-draft mares third (1158,96 kg). Thus, Lithuanian heavy-draft mares proved to be superior among the three breeds in all quantitative indicators of milk productivity, while Russian heavy-draft mares held the second position.

Keywords: mares, milk productivity, calculated milk yield, milk production coefficient, heavy-duty breeds.

Introduction

In many European countries, mare's milk is regarded as a therapeutic and highly nutritious product that contributes to improving the quality of life in older adults. Because its composition is the closest to that of human milk, mare's milk is also considered an excellent substitute for feeding infants who cannot receive breast milk [1].

Koumiss is a biologically active, nutrient-rich fermented product derived from mare's milk through a combination of lactic-acid and alcoholic fermentation. Owing to its unique biochemical composition, koumiss effectively alleviates hunger and thirst, enhances overall vitality, and produces a pronounced cooling effect in hot climates without causing gastrointestinal discomfort or a sense of heaviness [2]. Its therapeutic efficacy has been well documented in the treatment of bone, pulmonary, and renal tuberculosis, as well as a wide range of gastrointestinal and cardiovascular disorders. Koumiss is also used in cases of hypovitaminosis, metabolic imbalances, and functional disorders of the nervous system.

In the Russian Federation, mare's milk production is concentrated predominantly in regions where herd horse breeding has been traditionally maintained, typically in steppe or taiga zones that are geographically distant from major population centers. The advancement of dairy horse breeding in the central regions of Russia remains constrained by insufficient scientific data on the milk productivity of mares and, consequently, by the absence of economically justified technologies for establishing and scaling production systems for mare's milk [3].

At present, horse breeding lacks a standardized recording system that would enable direct comparisons of milk productivity among different breeds. In addition,

lactation length in mares varies widely. Published data indicate lactation durations of 150, 155, 162, 165, 180, and 210 days [4, 5], while full-lactation estimates are less frequently reported. Typically, only the milk collected during milking is measured, and this is referred to as the milk yield. Taking into account the milk consumed by the foal at night, the daily amount is then calculated using I. A. Saygin's formula, substituting the daytime milked volume.

Therefore, we propose defining the volume of milk physically obtained from mares as the actual (or marketable) milk yield, whereas the total daily milk output estimated with consideration of the foal's suckling should be referred to as the calculated daily milk yield [5; 6; 7].

From a production perspective, the principal indicator is the milk yield obtained over an entire lactation period, as this parameter serves as the basis for planning and managing the operations of a dairy enterprise. Consequently, we consider the primary productivity criterion in dairy horse breeding to be the calculated milk yield per full lactation, expressed as the average value per lactating mare [8; 9; 10].

Materials and Methods

The research was carried out at two specialized dairy horse-breeding enterprises: JSC Stud Farm Semenovskiy (Medvedevsky District, Mari El Republic, Russian Federation) and the pedigree horse-breeding enterprise LLC BelKumysProm (Logoisk District, Minsk Region, Republic of Belarus). The experimental livestock consisted of mares belonging to three heavy-draft breeds: Soviet Heavy Draft, Russian Heavy Draft, and Lithuanian Heavy Draft.

Milk productivity was assessed using a system of control milkings. At JSC Stud Farm Semenovskiy, control milkings were conducted every 10 days (three times per month) from 1982 to 1990 and every 15 days (twice per month) from 1991 to 2015. Over the entire study period, the farm performed 876 control milkings. In total, 6,429 complete lactations were documented and analyzed, including 3,049 lactations in Lithuanian Heavy Draft mares, 3,109 in Russian Heavy Draft mares, and 271 in Soviet Heavy Draft mares.

The mares' calculated daily milk yield was determined using the method of I. A. Saygin, based on the corresponding analytical formula.

Calculated milk yield was also determined by months of lactation, for the full lactation, for 210 days of lactation, and the mares' lifetime milk yield was calculated. Productivity per day of lactation was determined by dividing the lifetime calculated yield by the total number of lactating days across all lactations. In total, milk productivity was determined for 2 175 mares.

Results and discussion

The majority of mares were in their second to fifth lactations, while approximately 30 % were primiparous. All mares, however, were milked for the first time specifically at the pedigree koumiss complex of JSC «Semenovskiy» Stud Farm.

Mares of all three breeds achieved a high calculated lactation yield per lactating mare, on average, six years after the onset of milking. Thereafter, this high level of productivity, with only minor fluctuations, was sustained over an extended period (Table 1).

Table 1 – Average calculated milk yield per mare per lactation, kg

Heavy draft breeds	Number of lactations	M±m	Lim: max-min	σ	C _v , %
Lithuanian	3049	4327,52±100,67	4732,62-4013,88	362,99	27,74
Soviet	271	3566,02±139,04	3922,75-3530,31	340,57	40,82
Russian	3109	3615,61±101,60	4068,30-3292,80	393,52	25,82

Such high productivity in heavy draft mares, in our view, is largely attributable to systematic milking. The greatest average calculated lactation yield was recorded in Lithuanian Heavy Draft mares. Their yield exceeded that of Soviet Heavy Draft mares by 761,50 kg and that of Russian Heavy Draft mares by 711,91 kg; in both cases, the differences were statistically significant ($P < 0,01$). Soviet Heavy Draft mares produced less milk than Russian Heavy Draft mares by 49,59 kg, and this difference was also statistically significant ($P < 0,05$).

Within this herd, Soviet Heavy Draft mares demonstrated the highest variability in milk yield ($C_v = 40.82\%$), which indicates more pronounced individual differences in productivity within this breed. The Lithuanian and Russian Heavy Draft populations appeared to be more selectively improved for milk production, with coefficients of variation of 27,74 % and 25,82 %, respectively. In commercial mare's-milk production, the length of the lactation period is a factor of considerable importance (Table 2).

Table 2 – Duration of lactation in heavy draft mares, days

Heavy draft breeds	Number of lactations	M±m	Lim: max-min	σ	C _v , %
Lithuanian	3049	229±1,7	160-280	27,1	11,83
Soviet	271	228±1,4	172-278	26,0	11,40
Russian	3109	230±1,6	162-280	26,2	11,39

The duration of lactation, in our view, is primarily a technological trait that is, it depends first and foremost on strict adherence to the daily schedule and precise compliance with technological procedures for feeding, housing, milking, and rearing young stock. If in the early years of milking at the complex there were differences among breeds in lactation length, over time, as technological practices improved, lactation length leveled out. Five to six years after the start of milking the mares, the average lactation duration in the three breeds studied was practically the same. Variability in this trait in all three breeds ranged from 11–12 %.

In Russian Heavy Draft mares, this value was 573,9 kg, which exceeded the Soviet Heavy Draft level by 98,4 kg, or 20,7 % ($P > 0,99$). In Lithuanian Heavy Draft mares, the milkiness coefficient reached 605.2 kg, surpassing that of Soviet Heavy Draft mares by 129,7 kg, or 27,3 % ($P > 0,99$), and that of Russian Heavy Draft mares by 31,3 kg, or 5,45 % ($P > 0,95$).

The duration of productive use also differed among the heavy draft mares studied (Table 3). The longest use at the complex was recorded for Russian Heavy Draft mares—8,1 years. Lithuanian and Soviet Heavy Draft mares were exploited for approximately the same time, 6,6 and 6,9 years, respectively.

Table 3 – Average duration of productive use and lifetime number of lactations obtained from mares, lact.

Heavy draft breeds	Number of lactations studied	Average duration of use, years	Average number of lactations	Average number of lactations per year of use
Lithuanian	3049	6,60	5,24	0,79
Soviet	271	6,90	4,50	0,65
Russian	3109	8,10	6,10	0,75

Therefore, any mare–foal pair with an injured or ill foal was excluded from the milking group and moved to another facility. The same procedure was followed if the mare herself became ill. In cases where the foal died, the mare was usually dried off and lactation was discontinued.

As a result, approximately 25 % of mares were not milked in any given lactation, and 50 % of mares were not milked for two or more lactations over their lifetime. This explains the relatively low volume of marketable milk produced per fodder mare (Table 4).

The greatest amount of marketable milk per fodder mare was obtained from Lithuanian Heavy Draft mares (1 709,37 kg). Russian Heavy Draft mares ranked second by this indicator (1 355,85 kg), and Soviet Heavy Draft mares ranked third (1 158,96 kg).

Table 4 – Calculated annual milk yield and marketable milk per lactating and fodder mare, kg

Heavy draft breeds	obtained on average per year		
	calculated milk yield per lactating mare	marketable milk per lactating mare	marketable milk per fodder mare
Lithuanian	4327,52 (100 %)	2163,76 (50 %)	1709,37 (39,50 %)
Soviet	3566,02 (100 %)	1783,01 (50 %)	1158,96 (32,50 %)
Russian	3615,61 (100 %)	1807,80 (50 %)	1355,85 (37,50 %)

As a result, under the current mare's-milk production technology, only 32,5 % to 39,5 % of the milk produced by mares per fodder mare, on average, was sent for processing.

During lactogenesis, the dam's mammary glands adapt to the offspring's milk requirements. Thereafter, as the young begin to consume other feeds, milk yields start to decline. The period of lactogenesis is followed by lactopoiesis, when any substantial increase in yield becomes impossible. Our results indicated a gradual reduction in milk yield following the first month of lactation (Table 5).

Table 5 – Changes in monthly milk yield of heavy draft mares by lactation month

Heavy draft breeds	Indicators	Months of lactation						
		2	3	4	5	6	7	8
Lithuanian	kg	647	621	576	530	472	395	324
	%	100	96	89	82	73	61	50
Soviet	kg	570	519	484	433	376	336	274
	%	100	91	85	76	66	59	48
Russian	kg	524	498	466	424	377	330	272
	%	100	95	89	81	72	63	52
Breed average	kg	579	550	510	463	411	347	295
	%	100	95	88	80	71	60	51

Table 5 demonstrates a consistent and progressive decline in monthly milk yield across all heavy draft mare breeds as lactation advanced from the 2nd to the 8th month. The highest milk yields were observed in the early lactation period (2–3 months), followed by a steady reduction thereafter.

Among the breeds studied, Lithuanian heavy draft mares exhibited the highest absolute milk yield throughout lactation, while Russian and Soviet breeds showed comparatively lower values, particularly in the late lactation period. By the 8th month

of lactation, milk yield decreased to 50–52% of the initial level, indicating a pronounced physiological decline in milk production.

The breed-average data confirm a uniform lactation pattern, with milk yield decreasing from 579 kg in the 2nd month to 295 kg in the 8th month. This trend reflects normal lactation dynamics in heavy draft mares and highlights the importance of early lactation as the most productive period for milk harvesting.

For effective planning of mare's-milk production on the farm, it is essential to understand how the milk yield of heavy draft mares changes over their lifetime. In Lithuanian Heavy Draft mares (Table 6).

Table 6 – Age-related differences in calculated lactation yield of Lithuanian Heavy Draft mares, kg

Age, years	Lactation number	Number of lactations	M±m	σ	C _v , %
3	1	1079	3579,11±159,98	1289,78	12,40
4	2	1053	3689,75±120,92	1178,54	31,94
5-6	3	865	3804,94±168,20	1345,56	35,36
6-7	4	643	3983,45±142,72	1150,68	28,89
7-8	5	449	4298,28±271,07	1355,37	31,53
8-9	6	346	4495,06±251,19	1464,70	35,58
9-10	7	264	4545,33±290,92	1234,26	27,15
10-11	8	258	4493,19±258,61	1318,65	29,35
11-12	9	217	4505,54±147,78	980,23	21,76
12-13	10	184	4470,10±237,07	1086,41	24,30
13-14	11	135	4283,15±368,21	1327,60	31,00
14-15	12	87	4097,17±378,80	927,88	22,64
15-16	13	66	3670,67±583,33	1010,36	27,53
16-17	14	34	3232,33±744,11	1288,84	39,87
17-18	15	18	2927,20±687,12	1195,34	40,84

Table 6 demonstrates a clear age-related pattern in the calculated lactation yield of Lithuanian Heavy Draft mares. Milk yield increased progressively from the first to the middle lactations, reaching its maximum in mares aged 9–11 years (7th–9th lactations), after which a gradual decline was observed with advancing age.

The lowest lactation yields were recorded in young mares (3–4 years) and in older age groups (16–18 years), indicating limited productive capacity at the beginning and end of the reproductive lifespan. Variability in milk yield, as reflected by the coefficient of variation, was moderate in middle-aged mares and increased markedly in older age groups, suggesting greater heterogeneity in productive performance with advancing age.

Overall, the results indicate that mares of middle age represent the most productive and stable group, which is of practical importance for optimizing herd structure and milk production efficiency.

As shown in Table 7, Russian Heavy Draft mares exhibited a progressive increase in calculated lactation yield from the first to the sixth lactation, amounting to 769.67 kg (25.85%).

Table 7 – Age-related variation in calculated lactation yield of Russian Heavy Draft mares, kg

Age, years	Lactation number	Number of lactations	M±m	С	Cv, %
3	1	1091	2977,65±96,12	865,13	28,75
4	2	1025	3096,26±107,18	794,90	25,67
5-6	3	966	3283,41±104,94	852,57	25,97
6-7	4	861	3370,12±132,53	1035,11	30,71
7-8	5	742	3587,26±145,94	945,80	26,37
8-9	6	612	3747,32±183,59	1175,58	31,37
9-10	7	578	3698,33±217,32	1129,21	30,53
10-11	8	402	3659,00±213,83	1171,18	32,01
11-12	9	308	3701,53±207,78	856,70	23,14
12-13	10	287	3637,93±279,81	1046,94	28,78
13-14	11	227	3283,57±313,05	828,24	25,22
14-15	12	182	3039,33±436,71	1022,42	33,64
15-16	13	93	3034,17±460,43	1127,81	37,17
16-17	14	71	2980,12±322,28	911,56	30,59
17-18	15	47	2772,33±598,16	1209,24	43,62
18-19	16	24	2769,83±533,55	1306,93	47,18

At this high level, the calculated lactation yield was also maintained from the sixth to the tenth lactation. However, the decline in yield after the tenth lactation in Russian Heavy Draft mares was not as sharp as in Lithuanian Heavy Draft mares. In Russian Heavy Draft mares, yield from the tenth to the sixteenth lactation decreased by 868,1 kg, or 31,34%. Variability of yield in all age periods in Russian Heavy Draft mares was quite high.

The population of Soviet Heavy Draft mares was not large enough; therefore, changes in calculated lactation yield were examined only from the first to the tenth lactation in this breed (Table 8).

T

Table 8 – Age-related variation in calculated lactation yield of Soviet Heavy Draft mares, kg

Age, years	Lactation number	Number of lactations	M±m	С	Cv, %
4	1	79	2878,16±179,14	804,94	27,97
5	2	66	2909,31±216,44	969,27	33,32
6-7	3	61	3090,33±188,23	825,16	26,70
7-8	4	54	3297,27±177,64	789,85	23,95
8-9	5	41	3454,32±165,52	718,53	20,80
9-10	6	37	3666,30±211,00	837,21	22,84
10-11	7	30	3688,00±432,03	1142,10	30,97
11-12	8	20	3869,53±330,28	872,79	22,56
12-13	9	14	3767,93±429,01	1151,91	30,57
13-14	10	8	3903,50±148,05	803,24	20,58

Table 8 shows a consistent age-related increase in calculated lactation yield in Soviet Heavy Draft mares. Milk production rose steadily from the first to the middle lactations, with the highest values observed in mares aged 11–14 years (8th–10th lactations).

Lower lactation yields were recorded in young mares (4–5 years), reflecting incomplete physiological development, whereas middle-aged mares demonstrated the greatest productive potential. Variability in milk yield was generally moderate, with slightly higher coefficients of variation in some later lactations, indicating increasing heterogeneity in productivity with advancing age.

Overall, the data indicate that optimal milk production in Soviet Heavy Draft mares is achieved during middle lactations, which should be considered when forming and managing breeding and milking groups.

Conclusions

The study established that the average lactation length was 229, 230, and 228 days in Lithuanian, Russian, and Soviet Heavy Draft mares, respectively. The lowest milkiness coefficient was observed in Soviet Heavy Draft mares (475,5 kg), followed by Russian (573,9 kg) and Lithuanian Heavy Draft mares (605,2 kg). In our material, Russian Heavy Draft mares had the longest duration of productive use at the complex–8,1 years. Lithuanian and Soviet Heavy Draft mares were exploited for approximately the same time, 6,6 and 6,9 years, respectively.

However, the greatest amount of marketable milk per fodder mare was obtained from Lithuanian Heavy Draft mares (1 709,37 kg), followed by Russian Heavy Draft mares (1 355,85 kg) and Soviet Heavy Draft mares (1 158,96 kg). Overall, based on all quantitative indicators of milk productivity, Lithuanian Heavy Draft mares ranked first among the three breeds studied, with Russian Heavy Draft mares in second place.

References

- 1 **Bafort, F.** Mode of action of lactoperoxidase as related to its antimicrobial activity: a review // *Enzyme Res.* – 2014. – № 51. – С. 61–64.
- 2 **Алексеева, Е. И.** Особенности доения кобыл и приготовление кумыса / Е. И. Алексеева, М. М. Карпова // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: мат. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 11–13.
- 3 **Чиргин, Е. Д., Семенов, В. Г.** Рост и развитие племенного молодняка лошадей русской тяжеловозной породы в ЗАО «Племзавод Семеновский» // *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.* – Чебоксары, 2018. – № 3(6). – С. 66–71.
- 4 **Яворский, В. С.** Интенсификация молочного коневодства // *Коневодство и конный спорт.* – 1986. – № 5. – С. 6–8.
- 5 **Toishimanov, M., Zhanten, O., Kanat, R., Beishova, I., Ulyanov, V., Assanbayev, T., Sharapatov, T., Daurov, D., Daurova, A., Sapakhova, Z., Nametov, A., & Shamekova, M.** The Effects of the Lactation Period, Mare Age, and Foaling on the Chemical and Physical Composition of Milk from Kazakh Mares Kept Under Natural Pasture Conditions. *Animals.* – 2025. – 15(12). – 1817. – <https://doi.org/10.3390/ani15121817>
- 6 **Акимбеков, Б. Р., Муслимов, Б. М., Акимбеков, А. Р.** Коневодство. – Костанай : ТОО «Костанай полиграфия», 2007. – 255 с.
- 7 **Акимбеков, А. Р., Баймуханов, Д. А., Юлдашбаев, Ю. А., Демин, В. А., Исхан, К. Ж.** Коневодство. – М. : КУРС: ИНФРА-М, 2018. – 400 с.
- 8 **Sharapatov T., Assanbayev T., Shauyenov S., Aubakirov K., Iskhan, K.** Increasing the milk productivity of Kazakh jabe horses. *Brazilian Journal of Biology.* – 2023. – 83: e277915. – <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915>
- 9 **Барминцев, Ю. Н., Ковешников, В. С., Нечаев, И. Н., Анашина, Н. В.** Продуктивное коневодство. – М. : Колос, 1980. – 207 с.
- 10 **Sharapatov, T. S., Assanbayev, T. Sh., Shauyenov, S. K., Bugno-Poniewierska, M., & Pieszka, M.** (2025). Milk productivity of Kazakh mare types Jabe and Novoaltay-Kazakh in the steppe zone of the North-East of Kazakhstan. *Rocznik Naukowy Zootechniki.* – 2025. – 52(1). – P. 61–70. – <https://doi.org/10.58146/dzv4-n837>

References

- 1 **Bafort, F.** Mode of action of lactoperoxidase as related to its antimicrobial activity: a review. *Enzyme Res.* – 2014. – №. 51. – P. 61–64.

- 2 **Alekseeva, E. I., Karpova, M. M.** Osobennosti doeniya kobyly i prigotovlenie kumysa [Features of milking mares and preparation of koumiss]. *Znaniya molodykh dlya razvitiya veterinarnoy meditsiny i APK strany: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* – 2015. – P. 11–13.
- 3 **Chirgin, E. D., Semenov, V. G.** Rost i razvitie plemennogo molodnyaka loshadey russkoy tyazhelovoznoy porody v ZAO Plemzavod «Semenovskiy» [Growth and development of breeding young horses of the Russian heavy draft breed at CJSC «Semenovskiy Stud Farm»]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii (Cheboksary).* – 2018. – № 3(6). – P. 66–71.
- 4 **Yavorskiy, V. S.** Intensifikatsiya molochnoy konevodstva [Intensification of dairy horse breeding]. In *Konevodstvo i konnyy sport.* – 1986. – № 5. – P. 6–8.
- 5 **Toishimanov, M., Zhanten, O., Kanat, R., Beishova, I., Ulyanov, V., Assanbayev, T., Sharapatov, T., Daurov, D., Daurova, A., Sapakhova, Z., Nametov, A., & Shamekova, M.** (2025). The Effects of the Lactation Period, Mare Age, and Foaling on the Chemical and Physical Composition of Milk from Kazakh Mares Kept Under Natural Pasture Conditions. *Animals.* – 15(12). – 1817. – <https://doi.org/10.3390/ani15121817>
- 6 **Akimbekov, B. R., Muslimov, B. M., Akimbekov, A. R.** Коневодство [Horse breeding]. – Костанай : ТОО «Костанай полиграфия», 2007. – 255 p.
- 7 **Akimbekov, A. R., Baymukanov, D. A., Yuldashbaev, Yu. A., Demin, V. A., Iskhan, K. Zh.** Коневодство [Horse breeding]. – Moscow : KURS: INFRA-M. – 2018. – 400 p.
- 8 **Sharapatov T., Assanbayev T., Shauyenov S., Aubakirov K., Iskhan, K.** Increasing the milk productivity of Kazakh jabe horses. *Brazilian Journal of Biology.* 2023, 83: e277915. – <https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915>
- 9 **Barmintsev, Yu. N., Koveshnikov, V. S., Nechaev, I. N., Anashina, N. V.** Produktivnoye konevodstvo [Productive horse breeding]. – Moscow : Kolos, 1980. – 207 p.
- 10 **Sharapatov, T. S., Assanbayev, T. Sh., Shauyenov, S. K., Bugno-Poniewierska, M., & Pieszka, M.** (2025). Milk productivity of Kazakh mare types Jabe and Novoaltay-Kazakh in the steppe zone of the North-East of Kazakhstan. *Rocznik Naukowy Zootechniki.* 52(1). P. 61–70. – <https://doi.org/10.58146/dzv4-n837>

Received 07.11.25.

Received in revised form 17.11.25.

Accepted for publication 31.03.26.

Е. Д. Чиргин¹, В. Г. Семенов², *Д. А. Баймуханов³,
Т. Ш. Асанбаев⁴, Т. С. Шаранатов⁵

¹«Мари мемлекеттік университеті»,

Мари Эл Республикасы, Ресей Федерациясы, Йошкар-Ола қ.

²«Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті»,

Чуваш Республикасы, Ресей Федерациясы, Чебоксары қ.

³«Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы»,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

^{4,5}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

07.11.25 ж. баспаға түсті.

17.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

31.03.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

СОВЕТ, ОРЫС ЖӘНЕ ЛИТВАЛЫҚ АУЫР ЖҮК ТАРТАТЫН ТҰҚЫМДЫ БИЕЛЕРДІҢ СҮТ ӨНІМДІЛІГІН ТАЛДАУ

Ресейдің орталық өңірлерінде сүт бағытыдағы (қымыздық) жылқы шаруашылығын кеңейту бие сүтінің өнімділігі туралы мәліметтердің шектеулілігіне байланысты тежелуде. Әртүрлі жылқы тұқымдарының сүт өнімділігін өзара салыстыруға мүмкіндік беретін бірыңғай есепке алу әдістемесінің болмауы біздің көпжылдық зерттеуіміздің негізін қалады. Осы жұмыста Ресей Федерациясының Марий Эл Республикасының Медведев ауданы аумағында орналасқан «Семеновский» жылқы зауыты» АҚ-ның стационарлық қымыз фермасында және Беларусь Республикасының Минск облысы Логойск ауданындағы «BelKutusProm» ЖШС асыл тұқымды жылқы зауытында қымыз өндіру кезінде кеңестік, ресейлік және литвалық ауыр жүк тартатын бие тұқымдарының сүт өнімділігі талданды.

Зерттеу нысаны кеңестік, ресейлік және литвалық ауыр жүк тартатын тұқымдардың биелері болды. Лактацияның орташа ұзақтығы литвалық, ресейлік және кеңестік ауыр жүк тартатын биелерде тиісінше 229, 230 және 228 тәулік екені анықталды. Сүттілік коэффициентінің ең төменгі мәні кеңестік ауыр жүк тартатын биелерде тіркелді (475,5 кг); ресейлік ауыр жүк тартатын биелерде бұл көрсеткіш 573,9 кг болды, ал литвалық ауыр жүк тартатын биелерде ең жоғары деңгей – 605,2 кг байқалды. Шаруашылық жағдайында өнімді пайдаланудың

ең ұзақ мерзімі ресейлік ауыр жүк тартатын биелерде анықталды (8,1 жыл). Литвалық және кеңестік ауыр жүк тартатын биелердің пайдаланылу ұзақтығы ұқсас болды – сәйкесінше 6,6 және 6,9 жыл.

Сонымен қатар, бір азықтық (есептік) биеге шаққандағы тауарлық сүттің ең көп мөлшері литвалық ауыр жүк тартатын биелерден алынды (1709,37 кг); ресейлік ауыр жүк тартатын биелер екінші орында болды (1355,85 кг), ал кеңестік ауыр жүк тартатын биелер үшінші орында қалды (1158,96 кг). Осылайша, литвалық ауыр жүк тартатын биелер сүт өнімділігінің барлық сандық көрсеткіштері бойынша қарастырылған үш тұқымның ішінде ең жоғары нәтижелер көрсетті, ал ресейлік ауыр жүк тартатын биелер екінші орынды иеленді.

Кілтті сөздер: бие, сүт өнімділігі, орташа есептік сүт, сүт коэффициенті, жүк тартатын тұқымдар.

Е. Д. Чиргин¹, В. Г. Семенов², *Д. А. Баймуханов³,
Т. Ш. Асанбаев⁴, Т. С. Шаранатов⁵

¹«Марийский государственный университет»,

Республика Марий Эл, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола;

²«Чувашский государственный аграрный университет», Чувашская Республика, Российская Федерация, г. Чебоксары;

³«Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии», Республика Казахстан, г. Астана;

^{4,5}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 07.11.25.

Поступило с исправлениями 17.11.25.

Принято в печать 31.03.26.

АНАЛИЗ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОБЫЛ СОВЕТСКОЙ, РУССКОЙ И ЛИТОВСКОЙ ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОД

Расширение молочного (кумысного) коневодства в центральных районах России сдерживается ограниченной информацией о молочной продуктивности кобыл. Отсутствие единой методики учёта, позволяющей сравнивать удой разных пород лошадей, послужило основанием для наших многолетних исследований. В настоящей работе проанализирована молочная продуктивность кобыл

советской, русской и литовской тяжеловозных пород, используемых для производства кумыса на стационарной кумысной ферме ЗАО «Семеновский конный завод» Медведевского района Республики Марий Эл и в племенном конном заводе ООО «БелКумысПром» Логойского района Минской области Республики Беларусь.

Объектом исследования были кобылы советской, русской и литовской тяжеловозных пород. Установлено, что средняя продолжительность лактации составляла 229, 230 и 228 суток у литовских, русских и советских тяжеловозных кобыл соответственно. Наименьший коэффициент молочности зарегистрирован у кобыл советской тяжеловозной породы (475,5 кг), у кобыл русской тяжеловозной породы он составил 573,9 кг, тогда как у литовских тяжеловозных кобыл отмечен наивысший показатель (605,2 кг. Наибольшая продолжительность продуктивного использования в условиях комплекса наблюдалась у кобыл русской тяжеловозной породы (8,1 года). Кобылы литовской и советской тяжеловозных пород использовались в среднем сопоставимый срок – 6,6 и 6,9 года соответственно.

Вместе с тем наибольшее количество товарного молока в расчёте на одну кормовую кобылу было получено от кобыл литовской тяжеловозной породы (1709,37 кг); кобылы русской тяжеловозной породы занимали второе место (1355,85 кг), а кобылы советской тяжеловозной породы – третье (1158,96 кг). Таким образом, литовские тяжеловозные кобылы превосходили животных двух других пород по всем количественным показателям молочной продуктивности, тогда как кобылы русской тяжеловозной породы занимали вторую позицию.

Ключевые слова: кобылы, молочная продуктивность, средний расчетный удой, коэффициент молочности, тяжеловозные породы.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Авдикерим Нұрсәт Керемұлы, Технологиялық қондырғылар операторы, ТОО «Компания Нефтехим LTD, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Альмагамбетов Ерлан Муратович, Технологиялық қондырғы операторы, ЖШС «Компания Нефтехим LTD», Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: latimor808@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2863-0476>

Арынова Шынар Жаныбековна, PhD докторы, қауымд. профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: shinar_uzh@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9895-7649>

Асанбаев Толеген Шонаевич, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: asanbaev.50@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-7410>

Баймұқанов Дастанбек Асылбекович, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, доцент, «Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: dbaimukanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4684-7114>

Бахтин Мейрат Мұхамедкәрімұлы, Радиобиология және радиациялық қорғау ғылыми-зерттеу институтының директоры, биология ғылымдарының докторы, профессор, Астана медицина университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: bakhtin.m@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна, Ғылыми кеңесші, техника ғылымдарының магистрі, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: gulnazvermoldina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2143-7618>

Жумалынов Куаныш Ансаганович, Биология мамандығы бойынша жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Биология мамандығы бойынша докторант, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhumalynov.k@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4320-7907>

Құршан Айжамал Нұрланқызы, Биология педагогтерін даярлау мамандығының магистранты, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық

университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: ayzhamal.kurshan_21@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7536-1808>

Нурсейтова Аружан Магауияқызы, «Геоэкология және табиғатты пайдалануды басқару» мамандығы бойынша магистрант, Химия, Биология және Экология ғылымдар факультеті, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., 110000, Қазақстан Республикасы, e-mail: aruzhan.nurseitova03@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7175-3331>

Семенов Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі, Чебоксары қ., 428034, Чуваш Республикасы, Ресей Федерациясы, e-mail: semenov_v.g@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Тауакелов Чингис Айдаргазиевич, педагогика ғылымдарының магистрі, химия мамандығының докторанты, Академик Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды қ., 100000, Қазақстан Республикасы, e-mail: chingiz_kspi@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9520-5974>

Телжанова Әсел Ағбайқызы, 7М11201 «Тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: aselek_ta@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2394-2883>

Чиргин Евгений Дмитриевич, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, доцент, «Мари Мемлекеттік Университеті» Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі, Йошкар-Ола қ., 424031, Мари Эл Республикасы, Ресей Федерациясы, e-mail: chirgindmitrievich@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6288-1662>

Шарапатов Тлекбол Сунгатович, философия докторы (PhD), қауым. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: tlekbolsharapatov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5177-4001>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авдикерим Нурсат Керемұлы, Оператор технологических установок, ТОО «Компания Нефтехим LTD», г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: avdikерim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Альмагамбетов Ерлан Муратович, оператор технологических установок, ТОО «Компания Нефтехим LTD», г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: latimor808@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2863-0476>

Арынова Шынар Жаныбековна, доктор PhD, ассоц. профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: shinar_uzh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9895-7649>

Асанбаев Төлеген Шонаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: asanbaev.50@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-7410>

Баймуканов Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии», г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: dbaimukanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4684-7114>

Бахтин Мейрат Мухамедкаримович, директор научно-исследовательского института радиобиологии и радиационной защиты, доктор биологических наук, профессор, Медицинский университет Астана, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: bakhtin.m@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Ермолдина Гульназ Тлеубаевна, научный консультант, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, магистр технических наук, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: gulnazermoldina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2143-7618>

Жумалынов Куаныш Ансаганович, магистр естественных наук по специальности Биология, докторант по специальности Биология, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: zhumalynov.k@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4320-7907>

Куршан Айжамал Нурланқызы, магистрант по подготовке учителей биологии, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: ayzhamal.kurshan_21@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7536-1808>

Нурсейтова Аружан Магауияқызы, магистрант по специальности «Геоэкология и управление природопользованием», Факультет Химии, Биологии и Экологии, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, 110000, Республика Казахстан, e-mail: aruzhan.nurseitova03@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7175-3331>

Семенов Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет», г. Чебоксары, 428034, Чувашская Республика, Российская Федерация, e-mail: semenov_v.g@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Тауакелов Чингис Айдаргазиевич, магистр педагогических наук, докторант по специальности Химия, Карагандинский национальный исследовательский университет имени Академика Е. А. Букетова, г. Караганда, 100000, Республика Казахстан, e-mail: chingiz_kspi@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9520-5974>

Тельжанова Асель Агбаевна, магистрант по специальности 7М11201 «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: aselek_ta@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2394-2883>

Чиргин Евгений Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола, 424031, Республика Марий Эл, Российская Федерация, e-mail: chirgindmitrievich@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6288-1662>

Шарапатов Тлекбол Сунгатович, доктор философии (PhD), ассоц. профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: tlekbolsharapatov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5177-4001>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Almagambetov Yerlan, Process plant operator, «Neftekhim LTD Company» LLP, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: latimor808@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-2863-0476>

Arynova Shynar Zhanybekovna, PhD, Associate Professor, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar s., 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: shinar_uzh@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9895-7649>

Assanbayev Tolegen Shonaevich, candidate of agricultural sciences, professor, Torayghyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: asanbaev.50@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-7410>

Avdikerim Nursat, process plant operator, LLP «Company Neftekhim LTD», Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Baimukanov Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, LLP «Scientific and Production Center of animal husbandry and Veterinary Medicine», Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: dbaimukanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4684-7114>

Bakhtin Meirat, Director of the Research Institute of Radiobiology and Radiation Protection, Doctor of Biological Sciences, Professor, Astana Medical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: bakhtin.m@amu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6117-5101>

Chirgin Evgeny Dmitrievich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Mari State University», Yoshkar-Ola, 424031, Republic of Mari El, Russian Federation, e-mail: chirgindmitrievich@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6288-1662>

Kurshan Aizhamal Nurlankyzy, Master's student in biology teacher training, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ayzhamal.kurshan_21@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7536-1808>

Nurseitova Aruzhan Magauiyakyzy, Master's degree in Geoecology and Environmental Management, Faculty of Chemistry, Biology and Ecology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: aruzhan.nurseitova03@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7175-3331>

Semenov Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chuvash

State Agrarian University», Cheboksary, 428034, Chuvash Republic, Russian Federation, e-mail: semenov_v.g@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0349-5825>

Sharapatov Tlekbol Sungatovich, Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: tlekbolsharapatov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5177-4001>

Tauakelov Chingis Aidargazyevich, Master of pedagogic sciences, Doctoral student in Chemistry, Karaganda National Research University named after Academician E. A. Buketov, Karaganda, 100000, Republic of Kazakhstan, e-mail: chingiz_kspi@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-9520-5974>

Telzhanova Assel Agbayevna, Master's student in the specialty 7M11201 «Life safety and environmental protection», Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar s., 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: aselek_ta@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-2394-2883>

Yermoldina Gulnaz Tleubayevna, Scientific consultant of Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, master of Technical Sciences, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: gulnazyermoldina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2143-7618>

Zhumalynov Kuanysh Ansaganovich, Master of Natural Sciences in Biology, Doctoral student in Biology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhumalynov.k@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-4320-7907>

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
научных журналов НАО «Торайғыров университет»
«Вестник Торайғыров университета»,
«Наука и техника Казахстана»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статьи для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале составляет 7000 (семь тысяч) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирования 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 01 февраля;
- второй квартал до 01 мая;
- третий квартал до 01 августа;
- четвертый квартал до 01 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik-pedagogic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-philological.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-energy.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-humanitar.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-cb.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-economic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-law.tou.edu.kz/>
- <https://stk.tou.edu.kz>
- <https://localhistory.tou.edu.kz>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1. **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. **DOI** – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. **Инициалы** (имя, отчество) **Фамилия** автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

4. **Аффилиация** (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффилиации авторов представляются в конце журнала;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. **Основной текст** статьи излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании (при наличии)** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Объем не менее 10, не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10-15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных

скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

Иллюстрации, перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxx

***С. К. Антикеева**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 Дахин, А. Н. Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 Кузнецова, А. Г. Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 Каропа, Г. Н. Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.

- 4 Штофф, В. А. Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.
- 5 Таубаева, Ш. Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 Дахин, А. Н. Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 Дахин, А. Н. Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 Дахин, А. Н. Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.
- 9 Аубакирова, С. Д. Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.
- 10 Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И. Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайғырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

- 1 Dahin, A. N. Pedagogicheskoe modelirovanie : suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.
- 2 Kuznetsova, A. G. Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.
- 3 Karopa, G. N. Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.
- 4 Shtoff, V. A. Rol modeli v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.
- 5 Taubayeva, Sh. Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p. c.
- 6 Dahin, A. N. Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – Р. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafita, 2005. – 270 p.

C. K. Антикеева

Торайғыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛКІТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу

деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «Кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» Республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeeva

Toraigyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal

and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», «Краеведение»

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, незачного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлегией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, предоставленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора(-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором(-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлегией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикации, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлегии журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса

авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлегии имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлегии, и, как результат, на решение редколлегии относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлегии и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлегии должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(-ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 26.03.2026 ж. жіберілді. Басуға 31.03.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

1,53 МБ RAM

Шартты баспа табағы 5,98.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. С. Исакова

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

Тапсырыс № 4524

Сдано в набор 26.03.2026 г. Подписано в печать 31.03.2026 г.

Электронное издание

1,53 МБ RAM

Усл. п. л. 5,98. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка З. С. Исакова

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

Заказ № 4524

«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