



BAITURSYNULY
UNIVERSITY

«АХМЕТ БАЙТҰРСЫНҰЛЫ
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ ӨңІРЛІК
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ



ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1
2026

ISSN 2310-3353



2026 ж., қаңтар, №1 (81)
Журнал 2005 ж. қаңтардан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

Құрылтайшы: *Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті*

Бас редактор: *Куанышбаев С.Б.*, география ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

Бас редактордың орынбасары: *Жарлыгасов Ж.Б.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ

Әлімбаев А.Е., философия докторы (PhD), А.Қ. Құсайынов атындағы Еуразия гуманитарлық институты, Қазақстан.

Балтабаева А.С., Қостанай облысы әкімдігі білім басқармасының «Әдістемелік орталығы» КММ, Қостанай қ., Қазақстан.

Бережнова Е.В., педагогика ғылымдарының докторы, профессор Ресей Федерациясы Сыртқы істер министрлігінің Мәскеу мемлекеттік Халықаралық қатынастар институты (университеті), Ресей.

Емин Атасой, PhD докторы, Улудаг университеті, Бурса қ., Түркия.

Зоя Микниене, докторы, (PhD) Литва денсаулық туралы ғылым университеті, Каунас қ., Литва Республикасы.

Качеев Д.А., философия ғылымдарының кандидаты, тарих магистрі, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Ксембаева С.К., педагогика ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Лина Анастасова, әлеуметтану ғылымдарының докторы, Бургас еркін университеті, Бургас қ., Болгария.

Медетов Н.А., физика-математика ғылымдарының докторы, «Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Мишулина О.В., экономика ғылымдарының докторы, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Рахимова Э.Е., «№ 1 мектеп-лицей» КММ мұғалімі, «Үздік педагог-2023 жыл», Қостанай қ., Қазақстан.

Соловьев С.А., биология ғылымдарының докторы, Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті, Ресей.

Скоруходов Д.М., техника ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Скударева Г.Н., педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Мемлекеттік гуманитарлық-технологиялық университетінің ректоры, Орехово-Зуево қ., Ресей

Сычева И.Н., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Ташев А.Н., экология бойынша биология ғылымдарының кандидаты, орман шаруашылығы университеті, София қ., Болгария.

Уразбоев Г.У., физика-математика ғылымдарының докторы, Ургенч мемлекеттік университеті, Өзбекстан.

Тіркеу туралы куәлік №5452-Ж
Қазақстан Республикасының ақпарат министрлігімен 17.09.2004 берілген.
Мерзімді баспа басылымын қайта есепке алу 07.11.2023 ж.
Жазылу бойынша индексі 74081

Редакцияның мекен-жайы:
110000, Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47
(Редакциялық-баспа бөлімі)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті

№1 (81), январь 2026 г.
Издается с января 2005 года
Выходит 4 раза в год

Учредитель: *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*

Главный редактор: *Куанышбаев С.Б.*, доктор географических наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

Заместитель главного редактора: *Жарлыгасов Ж.Б.*, кандидат сельскохозяйственных наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алимбаев А.Е., доктор философии (PhD), Евразийский гуманитарный институт имени А.К. Кусаинова, Казахстан.

Балтабаева А.С., директор КГУ «Методический центр» Управления образования Костанайской области, г. Костанай, Казахстан.

Бережнова Е.В., доктор педагогических наук, профессор, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, Россия.

Емин Атасой, доктор PhD, Университет Улудаг, г. Бурса, Турция.

Зоя Микниене, доктор (PhD), Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Республика Литва.

Качеев Д.А., кандидат философских наук, магистр истории, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Ксембаева С.К., кандидат педагогических наук, НАО «Торайгыров университет», Казахстан.

Лина Анастасова, доктор социологии, Бургасский свободный университет, г. Бургас, Болгария.

Медетов Н.А., доктор физико-математических наук, НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова», Казахстан.

Мишулина О.В., доктор экономических наук, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Рахимова Э.Е., учитель, КГУ «Школа-лицей № 1», «Лучший педагог-2023 года», г. Костанай, Казахстан.

Соловьев С.А., доктор биологических наук, Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия.

Скороходов Д.М., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Скударева Г.Н., доктор педагогических наук, профессор, ректор Государственного гуманитарно-технологического университета, г. Орехово-Зуево, Россия.

Сычева И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Ташев А.Н., кандидат биологических наук по экологии, Лесотехнический университет, г. София, Болгария.

Уразбоев Г.У., доктор физико-математических наук, Ургенчский государственный университет, Узбекистан.

Свидетельство о регистрации № 5452-Ж
выдано Министерством информации Республики Казахстан 17.09.2004 г.
Переучёт периодического печатного издания 07.11.2023 г.
Подписной индекс 74081

Адрес редакции:

110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынұлы, 47
(Редакционно-издательский отдел)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 615.27

Ергалиева, Э.М.,
доктор PhD, ассистент профессора
кафедры естественно-научных дисциплин,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

Важев, В.В.,
д.х.н., профессор кафедры естественных наук,
КСТУ имени академика З. Алдамжар,
г. Костанай, Республика Казахстан

Губенко, М.А.,
магистр, старший преподаватель
кафедры естественно-научных дисциплин,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

Майер, Ф.В.,
магистрант 2 курса ОП 7М05302 – Химия,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ ФИТОКОМПОНЕНТОВ ASTRAGALUS В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ ДИПЕПТИДИЛПЕПТИДАЗЫ-4

Аннотация

Поиск новых ингибиторов ДПП-4 из природных источников представляет значительный интерес для разработки безопасных антидиабетических средств. В настоящем исследовании выполнена *in silico* оценка биологически активных соединений *Astragalus* в качестве ингибиторов ДПП-4. Методом молекулярного докинга оценена энергия связывания 18 природных соединений с активным центром ДПП-4. Большинство протестированных фитокомпонентов показали энергию связывания, сопоставимую или превышающую таковую у эталона сравнения – синтетического ингибитора саксаглиптина ($\Delta G = -7,62$ ккал/моль). Результаты прогнозирования фармакокинетики и токсичности лидеров с помощью ADMETlab 3.0 показали благоприятный профиль биодоступности и безопасности по сравнению с саксаглиптином.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, дипептидилпептидаза-4 (ДПП-4), молекулярный докинг, *Astragalus*, флавоноиды, ADMET, природные ингибиторы.

1 Введение

Актуальность проблемы. В настоящее время сахарный диабет 2 типа является серьезной глобальной проблемой здравоохранения, которая в основном характеризуется повышением уровня сахара в крови или гипергликемией. Дипептидилпептидаза-4 (ДПП-4) – хорошо изученная терапевтическая мишень при сахарном диабете 2 типа. Этот фермент инактивирует инкретиновые гормоны, в первую очередь глюкагоноподобный пептид-1 и глюкозозависимый инсулинотропный полипептид, что снижает секрецию инсулина и способствует гипергликемии. Помимо регуляции метаболизма глюкозы, ДПП-4 участвует в иммунных про-

цессах и функционирует как адипокин, связывая ожирение, воспаление и инсулинорезистентность с патогенезом диабета [1].

Ограничения синтетических препаратов и перспективы природных источников. Синтетические ингибиторы ДПП-4 эффективны и в целом безопасны, но их высокая стоимость и редкие, хотя и обсуждаемые, побочные эффекты (панкреатит, сердечная недостаточность, артралгия и др.) [2] стимулируют поиск ингибиторов ДПП-4 из растений и природных соединений с более мягким профилем безопасности [3]. В таблице 1 приведены примеры исследований последних лет в области скрининга природных соединений ДПП-4-ингибиторов с их последующим *in vitro* исследованием.

Таблица 1 – Природные соединения и пептиды – перспективные ингибиторы ДПП-4, идентифицированные комбинированными методами *in silico* и *in vitro*

№	Объект исследования	Метод выявления / Подтверждения	Ключевой результат (IC ₅₀ , % ингибирования, энергия связывания)
1	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> (солодка), ликохалконы А (LicA) и В (LicB) [3]	<i>In silico</i> докинг, <i>in vitro</i> анализ	LicA: IC ₅₀ ≈ 348 мкМ; LicB: IC ₅₀ ≈ 798 мкМ. Связывание аналогично ситаглиптину
2	<i>Abelmoschus manihot</i> (Red Gedi), метаболиты экстракта [4]	<i>In silico</i> докинг, <i>in vitro</i> анализ	Экстракт: IC ₅₀ ≈ 860 мкг/мл. Сродство метаболитов сопоставимо с глиптинами
3	Рис (<i>Oryza sativa</i>), гидролизат белка [5]	AI-скрининг (ML), <i>in silico</i> докинг/МД, <i>in vitro</i> анализ	PPPPPY: IC ₅₀ = 153,2 ± 5,7 мкМ (сильнее контроля). PPPSPPPV: стабильный комплекс с каталит. триадой
4	<i>Coptis chinensis</i> , изохинолиновые алкалоиды [6]	<i>In vitro</i> анализ ферментативной активности	Прямое ингибирование ДПП-4. Берберин: IC ₅₀ = 3,4 мкМ
5	<i>Melicope latifolia</i> (кора), хлороформный экстракт [7]	<i>In vitro</i> анализ, фитохимический анализ	Экстракт: IC ₅₀ ≈ 222 мкг/мл. Активность связана с выделенными компонентами
6	<i>Withania coagulans</i> (плоды), водный экстракт [8]	<i>In vitro</i> анализ, <i>in vivo</i> на диабетических крысах	<i>In vitro</i> : IC ₅₀ ≈ 5,3 мкг/мл (68% ингиб.). <i>In vivo</i> : улучшение гликемии и структуры островков поджелудочной железы
7	<i>Apteranthes tuberculata</i> , метанольный экстракт [9]	<i>In vitro</i> анализ, LC-MS идентификация	Экстракт: ~70% ингибирования, IC ₅₀ ≈ 46,8 мкг/мл (активность близка к ситаглиптину)
8	<i>Cannabis sativa</i> (семена конопли), пептиды из гидролизата [10]	<i>In silico</i> скрининг, докинг, МД-моделирование, прогноз ADMET	Предсказаны как высокоактивные и селективные ингибиторы с низкой токсичностью и стабильным связыванием
9	Виртуальная библиотека (81 растение) [11]	Масштабный <i>in silico</i> скрининг, докинг, МД	Энергия связывания: -8,5...-8,3 ккал/моль. Благоприятный ADME/Т-профиль, стабильные комплексы
10	<i>Astragalus kurdicus</i> (корни), водный экстракт [12]	<i>In vitro</i> мультитаргетный анализ	82,4% ингибирования ДПП-4 при 1 мг/мл. Подавление α-амилазы (91,5%) и РТР1В

Астрагал как перспективный источник. Мировые обзоры подчёркивают стратегическую ценность этномедицинских растений как источников ДПП-4-ингибиторов и возможность развития фитопрепаратов и нанофитомедицины [13]. Так, астрагал уже показал существенную ДПП-4-ингибирующую активность *in vitro*, поэтому рассматривается как перспективный растительный источник антидиабетических средств, что потенциально релевантно и

для флоры Казахстана. Виды *Astragalus* богаты полисахаридами, флавоноидами, тритерпеновыми сапонинами, алкалоидами, которые обладают антиоксидантным, противовоспалительным, иммуномодулирующим и гипогликемическим действием; среди флавоноидов часто фигурируют кверцетин и изорамнетин, известные как растительные ДПП-4-ингибиторы [13, 14].

В Казахстане распространены степные виды *Astragalus*; по химическому профилю (сапонины, флавоноиды) они близки к фармакопейным видам, что делает их логичными кандидатами для скрининга ДПП-4-ингибирующей активности, аналогично *A. kurdicus* [12].

Цель и подходы настоящего исследования. Для эффективного скрининга таких обширных библиотек природных соединений ключевую роль играют современные вычислительные методы. Метод молекулярного докинга позволяет прогнозировать взаимодействие молекул кандидатов с активным центром фермента, идентифицировать и оптимизировать ингибиторы ДПП-4. Этот метод применяется для виртуального скрининга обширных библиотек соединений, включая природные вещества, с целью выявления перспективных структур с высоким сродством и селективностью к ДПП-4 [1]. Анализ режимов связывания позволяет определить ключевые взаимодействия (водородные связи, гидрофобные контакты, π - π стэкинг) с критическими аминокислотными остатками, такими как Glu205, Glu206 и Tyr662, что направляет рациональный дизайн молекул [15]. Кроме того, докинг используется для построения фармакофорных моделей и установления взаимосвязей «структура–активность», определяя основные структурные особенности, необходимые для эффективного ингибирования [16].

Цель исследования: на основе данных компьютерного скрининга методом молекулярного докинга оценить сродство к активному центру дипептидилпептидазы-4 (ДПП-4) ряда природных соединений, идентифицированных в растениях рода *Astragalus*, с целью выявления наиболее перспективных кандидатов.

2 Материалы и методы

На основе систематического анализа литературных данных [17] был сформирован список из 18 природных соединений (флавоноиды, сапонины, фитостерины, фенольные кислоты), которые: а) были экспериментально идентифицированы в различных видах рода *Astragalus*; б) обладают известной биологической активностью; в) структурно разнообразны, что позволяет оценить влияние химического класса на взаимодействие с мишенью. Полученные 2D-структуры в формате SMILES и были преобразованы в 3D-формат с минимизацией энергии (сила поля MMFF94) с использованием Avogadro 1.95, затем была выполнена оптимизация зарядов методом Гестингера с помощью UCSF ChimeraX 1.11 с сохранением в формате .pdbqt.

Для подготовки мишени из базы данных PDB была получена кристаллическая структура человеческой ДПП-4 (PDB ID: 4A5S [18]), ко-кристаллизованная с ингибитором N7F. Подготовка белка включала: удаление исходного лиганда, кристаллической воды и посторонних молекул; добавление атомов водорода, расчет зарядов с помощью UCSF ChimeraX 1.11. Центр координат для докинга был определен из положения исходного лиганда, координаты: $x = 15,677534 \text{ \AA}$, $y = 38,361920 \text{ \AA}$, $z = 55,109795 \text{ \AA}$, размеры области докинга (сетки) $17,106850 \text{ \AA} \times 17,106850 \text{ \AA} \times 17,106850 \text{ \AA}$.

Молекулярный докинг выполнялся с помощью онлайн сервиса SwissDock (метод AutoDock Vina) [19]. Из результатов расчета для последующего анализа выбиралась конформация комплекса с наиболее выгодной энергией связывания (ΔG , ккал/моль). Для визуализации и анализа полученных комплексов и ключевых взаимодействий применялась программа PyMOL 3.0, Schrödinger, LLC. Детальный анализ нековалентных взаимодействий (водородные связи, гидрофобные, π - π , солевые мосты) проводился с использованием сервиса Protein-Ligand Interaction Profiler [20]. Водородные связи учитывались при расстоянии донор-акцептор $\leq 3.5 \text{ \AA}$. В качестве контрольного (эталонного) ингибитора был выбран саксаглиптин – один из одобренных клинических препаратов класса ингибиторов ДПП-4, что

позволяет напрямую сопоставлять расчетное сродство исследуемых природных соединений с активностью известного терапевтического агента.

Для прогнозирования ADMET-свойств исследуемых соединений использовалась веб-платформа ADMETlab-3.0 [21]. Были рассчитаны и проанализированы следующие ключевые параметры: правила лекарственного подобия (Липински, Вебер), прогноз пероральной биодоступности (HIA), проницаемость (Caco-2, MDCK), связывание с белками плазмы, ингибирование основных изоферментов цитохрома P450 (CYP1A2, 2C9, 2C19, 2D6, 3A4), а также прогнозы токсичности (гепатотоксичность, кардиотоксичность через ингибирование hERG, канцерогенность).

Указанные выше методические подходы позволили провести сравнение энергии связывания, профиля взаимодействий и *in silico* ADMET-параметров изучаемых соединений астрагала между собой, а также с эталонным ингибитором саксаглиптином.

3-4 Результаты и обсуждение

С целью идентификации наиболее перспективных ингибиторов ДПП-4 из растений рода *Astragalus* был проведен молекулярный докинг 18 биологически активных соединений, характерных для данного рода. Для сравнения применялся синтетический ингибитор саксаглиптин. Результаты оценки энергии связывания (ΔG , ккал/моль) представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Результаты молекулярного докинга соединений *Astragalus* и саксаглиптина с ДПП-4

№	Название соединения / Класс соединений	Энергия связывания (ΔG , ккал/моль)
1	β -Ситостерол (фитостерин)	-8,74
2	Апигенин 7-О-гентобиозид (флавоноидный гликозид)	-8,66
3	Кемпферол-3-глюкозид (Астрагалин) (флавоноидный гликозид)	-8,50
4	Неохлорогеновая кислота (фенольная кислота)	-8,50
5	Хлорогеновая кислота (фенольная кислота)	-8,49
6	Пратензеин (изофлавоноид)	-8,38
7	Байкалеин (флавоноид)	-8,31
8	Каликозин-7-О- β -d-глюкопиранозид (изофлавоноидный гликозид)	-8,22
9	Каликозин (изофлавоноид)	-8,20
10	Эриодиктиол-7-О-глюкозид (флаваноновый гликозид)	-8,15
11	Апигенин-8-С-глюкозид (Витексин) (флавоноидный гликозид)	-8,15
12	Формонетин (изофлавоноид)	-8,13
13	Кверцетин-3-О-галактозид (флавоноидный гликозид)	-8,11
14	Лютеолин (флавоноид)	-8,09
15	Александрозид I (сапонин)	-8,03
16	Кверцетин (флавоноид)	-7,62
17	Апигенин (флавоноид)	-6,91
18	Фенол, 2,4-бис (1,1-диметилэтил) (простой фенол)	-6,26
Контроль	Саксаглиптин (синтетический ингибитор)	-7,62

Большинство протестированных природных лигандов продемонстрировали энергию связывания, сопоставимую или превышающую таковую для контрольного синтетического ингибитора – саксаглиптина.

Анализ структурных закономерностей показывает, что среди соединений, показавших наилучшие результаты ($\Delta G < -8,5$ ккал/моль), выделяются представители разных классов: фитостерин (β -ситостерол, -8,74), флавоноидные гликозиды (апигенин 7-О-гентобиозид, -8,66; кемпферол - 3-глюкозид, -8,50), а также фенольные кислоты (нео- и хлорогеновая кислоты, -8,50 и -8,49 соответственно). Для углубленного анализа были выбраны β -ситосте-

рол и апигенин 7-О-гентобиозид как представители структурно различных классов с максимальными значениями энергии связывания в своих группах. Такой подход позволяет оценить разнообразие потенциальных механизмов ингибирования, что важно для последующего рационального дизайна препаратов. Кроме того, эти соединения представляют практический интерес в контексте ресурсов *Astragalus*. Ниже более детально рассмотрен механизм их связывания с активным центром ДПП-4 (таблица 3).

Таблица 3 – Виды взаимодействий β -ситостерола, апигенин 7-О-гентобиозид и саксаглиптина с ДПП-4

Соединение	Типы взаимодействий	Ключевые аминокислотные остатки
β -Ситостерол	10 гидрофоб., 1 водород.	Tyr547, Trp629, Tyr666, Lys554
Апигенин 7-О-гентобиозид	3 гидрофоб., 5 водород., 1 солевой мост, 2 π -стэкинг (Р и Т)	Arg125, Tyr547, Tyr666, Lys554
Саксаглиптин (контроль)	7 гидрофоб., 4 водород.	Arg125, Tyr547, Trp629, Tyr662

β -Ситостерол демонстрирует механизм связывания, характерный для стероидных соединений. Стероидное ядро образует множественные тесные (<3,9 Å) контакты с 9 остатками, включая Tyr547, Trp629, Tyr666 (самый тесный контакт 3,34 Å). Одна, но сильная, водородная связь (2,45 Å) между гидроксильной группой стерина и протонированным азотом боковой цепи Lys554 предотвращает свободную ротацию лиганда (рисунок 1А).

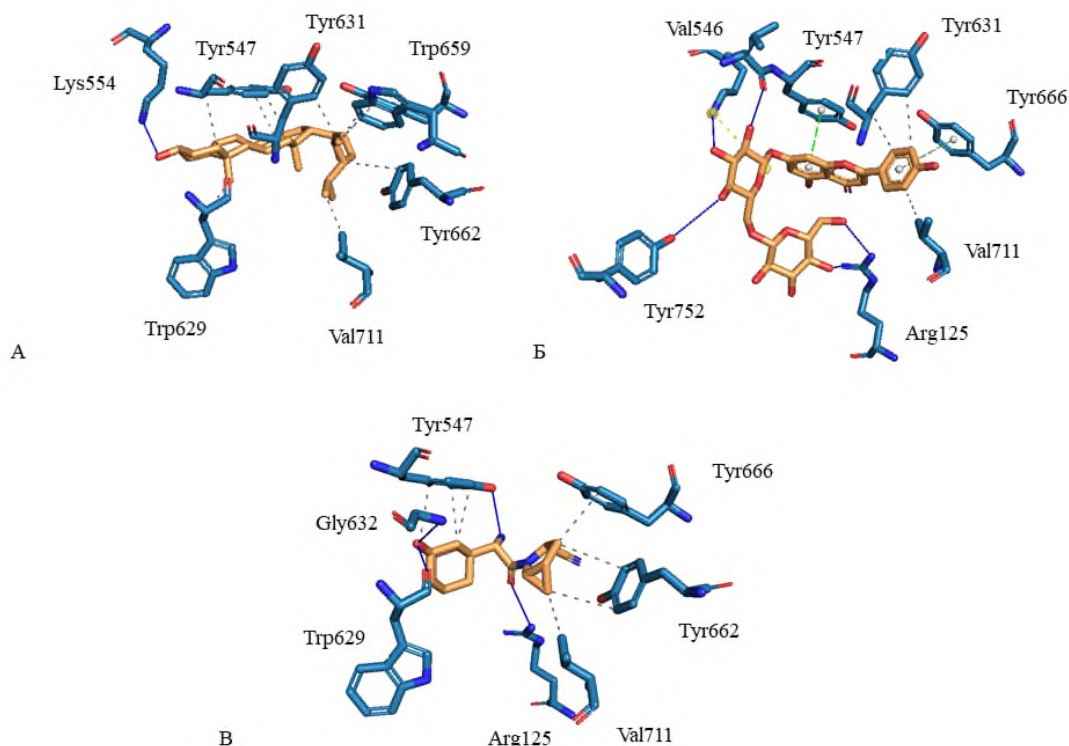


Рисунок 1 – Ключевые взаимодействия лигандов и саксаглиптина в ортостерическом сайте ДПП-4, полученные методом молекулярного докинга

А – β -ситостерол; Б – апигенин 7-О-гентобиозид; В – саксаглиптин (контроль).

Аминокислотные остатки показаны синим, лиганды – желтым, водородные связи – синими сплошными линиями, гидрофобные контакты – серыми пунктирными линиями, солевой мост – желтыми пунктирными линиями

Апигенин 7-О-гентобиозид связывается за счет гибридного механизма: ароматическое кольцо апигенина участвует в параллельном (Р) π - π -взаимодействии с Tyr547 и в Т-образном (Т) – с Tyr666, что обеспечивает прочное удержание в активном сайте. Гентобиозидный остаток формирует водородные связи и солевой мост с Lys554 (рисунок 1 Б).

Таким образом, выявленные соединения из *Astragalus* реализуют различные, но взаимодополняющие стратегии ингибирования ДПП-4: β -ситостерол – за счет оптимального заполнения объемного гидрофобного кармана, а апигенин-7-О-гентобиозид – за счет комбинации стэкинга и взаимодействий сахарного остатка. Оба кандидата взаимодействуют с ключевыми для функции фермента остатками (Arg125, Tyr547, Trp629, Lys554), что подтверждает их высокий терапевтический потенциал.

Для анализа ADMET-профилей (таблица 4), были выбраны наиболее перспективные соединения: β -ситостерол и апигенин 7-О-гентобиозид, а также синтетический ингибитор саксаглиптин для сравнения.

Таблица 4 – Оценка биологической доступности и фармакокинетических свойств перспективных соединений *Astragalus* и саксаглиптина

Параметр	β -Ситостерол	Апигенин 7-О-гентобиозид	(Контроль)
<i>Лекарственное подобие (правило Липински)</i>			
Молекулярная масса (г/моль)	414,39	594,16	315,19
Топологическая полярная поверхность (\AA^2)	20,23	249,20	90,35
Число доноров водородных связей	1	9	3
Число акцепторов водородных связей	1	15	5
Число вращающихся связей	6	7	3
<i>Абсорбция</i>			
Проницаемость Caco-2 ($\log P_{app}$, 10^{-6} см/с)	-5,12	-6,65	-4,93
Проницаемость MDCK ($\log P_{app}$, 10^{-6} см/с)	-4,94	-4,96	-4,72
<i>Распределение</i>			
Объем распределения ($\log VD_{ss}$)	-0,24	-0,05	0,09
Связывание с белками плазмы (%)	86,94	81,03	8,65
<i>Метаболизм</i>			
Ингибирование CYP1A2	0	0	0,22
Ингибирование CYP2C19	0,04	0	0,03
Ингибирование CYP2C9	0,31	0	0,04
Ингибирование CYP2D6	0,00	0	0,99
Ингибирование CYP3A4	0,06	0	0,06
<i>Экскреция</i>			
Клиренс (\log мл/мин/кг)	3,13	0,42	1,73
Период полувыведения ($T_{1/2}$, ч)	4,77	2,75	1,73
<i>Токсичность</i>			
Гепатотоксичность	0,25	0,01	0,91
Ингибирование hERG	0,11	0,01	0,13
Канцерогенность	0,98	0	0,92

Ниже рассмотрены некоторые закономерности, выявленные в ходе анализа полученных данных.

Соответствие правилу Липински и пероральная биодоступность: соединения полностью соответствуют «правилу пяти», что указывает на хороший потенциал для пероральной абсорбции. Индекс количественной оценки лекарственности (QED) находится в приемлемом диапазоне, подтверждая их «сходство с лекарством».

Фармакокинетика: соединения демонстрируют высокий прогнозируемый уровень всасывания в кишечнике (HIA >90%). Однако, учитывая их полярность, они, вероятно, будут

плохо проникать через гематоэнцефалический барьер (BBB), что является положительным фактором, снижающим риск побочных эффектов для ЦНС.

Метаболизм: важным преимуществом природных соединений перед синтетическим саксаглиптином является отсутствие ингибирования ключевых изоферментов цитохрома P450 (CYP), что минимизирует риск лекарственных взаимодействий.

Токсичность: природные соединения показывают значительно более низкий прогнозируемый риск гепатотоксичности по сравнению с саксаглиптином. Однако для β -ситостерола отмечен высокий прогнозируемый риск канцерогенности (0,98), что требует дополнительной экспериментальной проверки.

Таким образом, основываясь на комбинации факторов – высокого расчетного сродства к ДПП-4, разнообразия механизмов связывания и относительно благоприятного *in silico* ADMET-профиля (особенно для апигенин-7-О-гентобиозида) – β -ситостерол и апигенин-7-О-гентобиозид были выбраны в качестве основных кандидатов для дальнейшего, более детального изучения.

5 Выводы

В результате проведенного компьютерного скрининга методом молекулярного докинга была оценена способность 18 биологически активных соединений, характерных для растений рода *Astragalus*, связываться с активным центром дипептидилпептидазы-4 (ДПП-4).

1. Установлено, что большинство исследованных природных лигандов, в первую очередь флавоноиды и их производные, демонстрируют энергию связывания, сравнимую или превосходящую таковую у синтетического ингибитора саксаглиптина.

2. Выделены соединения с наибольшим сродством к активному центру ДПП-4: β -ситостерол ($\Delta G = -8,74$ ккал/моль) и апигенин 7-О-гентобиозид ($\Delta G = -8,66$ ккал/моль).

3. Анализ моделей взаимодействия подтвердил, что данные соединения стабилизируются в активном центре ДПП-4 за счет связей с ключевыми остатками (Arg125, Tyr547, Trp629, Lys554), используя комплементарные механизмы: гидрофобное заполнение (β -ситостерол) и комбинированное связывание (апигенин 7-О-гентобиозид).

4. *In silico* оценка ADMET-свойств показала, что данные соединения в целом соответствуют критериям «лекарственного подобия», обладают хорошим прогнозом пероральной абсорбции и имеют потенциально более безопасный профиль по сравнению с саксаглиптином, в частности, в отношении низкого риска лекарственных взаимодействий (отсутствие ингибирования CYP-изоферментов). Однако профиль безопасности требует дифференцированной оценки: тогда как для апигенин-7-О-гентобиозида прогнозируется низкий риск гепатотоксичности, для β -ситостерола этот риск, как и канцерогенность, оценен как значительный, что требует отдельной экспериментальной проверки.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает высокий потенциал растений рода *Astragalus* как источника новых ингибиторов ДПП-4. Соединения β -ситостерол и апигенин 7-О-гентобиозид идентифицированы как наиболее перспективные кандидаты для дальнейших доклинических исследований. Для подтверждения их терапевтической эффективности и безопасности необходимы экспериментальные исследования *in vitro* (определение IC_{50} , селективности) и *in vivo* на моделях сахарного диабета 2 типа. Полученные результаты вносят вклад в разработку научно обоснованных подходов к созданию новых природных антидиабетических препаратов на основе флоры Казахстана.

Список литературы

- 1 Barchetta I., et al. Dipeptidyl peptidase 4 (DPP4) as a novel adipokine: role in metabolism and fat homeostasis // *Biomedicines*. – 2022. – Vol. 10, № 9. – P. 2306.
- 2 Petrov V., et al. Synthetic approaches to novel DPP-IV inhibitors—A Literature Review // *Molecules*. – 2025. – Vol. 30, № 5. – P. 1043.

- 3 Shaikh S. et al. Dipeptidyl peptidase-4 inhibitory potentials of Glycyrrhiza uralensis and its bioactive compounds licochalcone A and licochalcone B: An in silico and in vitro study // Front. Mol. Biosci. Frontiers. – 2022. – Vol. 9.
- 4 Tangka J. et al. DPP-IV Inhibitory Activity of the ethanolic extract of red gedi leaves abelmoschus manihot L. medic // Open Access Maced. J. Med. Sci. – 2022. – Vol. 10, № A. – P. 207-213.
- 5 Cheng C. et al. Screening and Validation: AI-aided Discovery of dipeptidyl peptidase-4 inhibitory peptides from hydrolyzed rice proteins // Foods. – 2025. – Vol. 14, № 11. – P. 1916.
- 6 Zhao Z. et al. Discovery of nine dipeptidyl peptidase-4 inhibitors from coptis chinensis using virtual screening, bioactivity evaluation, and binding studies // Molecules. – 2024. – Vol. 29, № 10. – P. 2304.
- 7 Quek A. et al. α -Amylase and dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4) inhibitory effects of Melicope latifolia bark extracts and identification of bioactive constituents using in vitro and in silico approaches // Pharm. Biol. – 2021. – Vol. 59, № 1. – P. 962-971.
- 8 Kumar P. et al. DPP-4 inhibition mediated antidiabetic potential of phytoconstituents of an aqueous fruit extract of Withania coagulans (Stocks) Dunal: in-silico, in-vitro and in-vivo assessments // J. Biomol. Struct. Dyn. – 2023. – Vol. 41, № 13. – P. 6145-6167.
- 9 Khan I. et al. Apteranthes tuberculata's Antidiabetic potential: exploring phytochemicals, screening antioxidant activity, and validating DPP-4 inhibition using in vitro and in silico approaches // Food Sci. Nutr. – 2025. – Vol. 13, № 7. – P. e70494.
- 10 Thongtak A. et al. Computational Screening for the dipeptidyl peptidase-iv inhibitory peptides from putative hemp seed hydrolyzed peptidome as a potential antidiabetic agent // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – Vol. 25, № 11. – P. 5730.
- 11 Hossain A. et al. Characterization of plant-derived natural inhibitors of dipeptidyl peptidase-4 as potential antidiabetic agents: a computational study // Pharmaceutics. – 2024. – Vol. 16, № 4. – P. 483.
- 12 Ozdemir K. et al. Evaluation of Phytochemistry and antidiabetic potential of an astragalus species (astragalus kurdicus boiss.) // Chem. Biodivers. – 2024. – Vol. 21, № 8. – P. e202400699.
- 13 Chhabria S. et al. A review on phytochemical and pharmacological facets of tropical ethnomedicinal plants as reformed DPP-IV inhibitors to regulate incretin activity // Front. Endocrinol. Frontiers. – 2022. – Vol. 13.
- 14 Li S. et al. Bioactive components and clinical potential of Astragalus species // Front. Pharmacol. Frontiers. – 2025. – Vol. 16.
- 15 Brønden A. et al. Effects of DPP-4 inhibitors, GLP-1 receptor agonists, SGLT-2 inhibitors and sulphonylureas on mortality, cardiovascular and renal outcomes in type 2 diabetes: A network meta-analysis-driven approach // Diabet. Med. J. Br. Diabet. Assoc. – 2023. – Vol. 40, № 8. – P. e15157.
- 16 Bayanati M. et al. Dipeptidyl Peptidase-4 inhibitors: a systematic review of structure-activity relationship studies: review article 23. IJ Pharmaceutical Research. – 2024. – № 1. – P. e151581.
- 17 ChEMBL [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ebi.ac.uk/chembl>.
- 18 RCSB PDB – 4A5S: Crystal structure of human DPP4 in complex with a noval heterocyclic DPP4 inhibitor [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.rcsb.org/structure/4A5S>.
- 19 Bugnon M. et al. SwissDock 2024: major enhancements for small-molecule docking with Attracting Cavities and AutoDock Vina // Nucleic Acids Res. – 2024. – Vol. 52, № W1. – P. W324–W332.
- 20 Schake P. et al. PLIP 2025: introducing protein–protein interactions to the protein–ligand interaction profiler // Nucleic Acids Res. – 2025. – Vol. 53, № W1. – P. W463–W465.
- 21 ADMETlab 3.0 [Electronic resource]. – Access mode: <https://admetlab3.scbdd.com>.

ЕРГАЛИЕВА, Е.М., ВАЖЕВ, В.В., ГУБЕНКО, М.А., МАЙЕР, Ф.В.

ASTRAGALUS ФИТОКОМПОНЕНТТЕРІН ДИПЕПТИДИЛПЕПТИДАЗА-4 ТЕЖЕГІШТЕРІ РЕТІНДЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ДОКИНГ ЖАСАУ

Табиғи көздерден жаңа DPP-4 ингибиторларын іздеу қауіпсіз қант диабетіне қарсы препараттарды әзірлеу үшін маңызды қызығушылық тудырады. Бұл зерттеуде астрагалдан алынған биологиялық белсенді қосылыстардың DPP-4 ингибиторлары ретінде in silico бағалауы жүргізілді. Молекулалық докингті қолдану арқылы 18 табиғи қосылыстың DPP-4 белсенді орталығымен байланысу энергиясы бағаланды. Сыналған фитокөмponentтердің көпшілігі эталондық стандарт, синтетикалық ингибитор саксаглиптиннің байланысу энергиясымен салыстыруға болатын немесе одан жоғары байланыс энергияларын көрсетті ($\Delta G = -7,62$ ккал/моль). ADMETlab 3.0

көмегімен фармакокинетикалық және уыттылықты болжау табиғи кандидаттар үшін қолайлы биожетімділік пен қауіпсіздік профилін көрсетті.

Түйінді сөздер: 2 типті қант диабеті, дипептидилпептидаза-4 (ДПП-4), молекулалық докинг, astragalus, флавоноидтар, АДМЕТ, табиғи ингибиторлар.

YERGALIYEVA, E.M., VAZHEV, V.V., GUBENKO, M.A., MAYER, F.V.

MOLECULAR DOCKING OF ASTRAGALUS PHYTOCOMPONENTS AS DIPEPTIDYL PEPTIDASE-4 INHIBITORS

The search for new DPP-4 inhibitors from natural sources is of significant interest for the development of safe antidiabetic agents. In this study, an *in silico* evaluation of biologically active compounds from Astragalus as DPP-4 inhibitors was performed. Using molecular docking, the binding energy of 18 natural compounds to the active site of DPP-4 was estimated. Most of the tested phytocomponents demonstrated binding energies comparable to or higher than those of the reference standard, the synthetic inhibitor saxagliptin ($\Delta G = -7.62$ kcal/mol). Pharmacokinetic and toxicity prediction using ADMETlab 3.0 demonstrated a favorable bioavailability and safety profile for the natural candidates.

Key words: type 2 diabetes mellitus, dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4), molecular docking, Astragalus, flavonoids, ADMET, natural inhibitors.

Сведения об авторах:

Ергалиева Эльмира Мурзабаевна – доктор PhD, ассистент профессора кафедры естественно-научных дисциплин, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Важев Владимир Викторович – доктор химических наук, профессор кафедры естественных наук, Костанайский социально-технический университет имени академика З. Алдамжар, г. Костанай, Республика Казахстан.

Губенко Максим Андреевич – магистр химии, старший преподаватель кафедры естественно-научных дисциплин, Костанайский региональный университет, имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Майер Федор Витальевич – магистрант 2 курса ОП 7М05302 – Химия, кафедра биологии, экологии и химии, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Ергалиева Эльмира Мурзабаевна – PhD докторы, жаратылыстану-ғылыми пәндері кафедрасы профессорының ассистенті, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Важев Владимир Викторович – химия ғылымдарының докторы, жаратылыстану ғылымдары кафедрасының профессоры, З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық университеті, қ. Қостанай, Қазақстан Республикасы.

Губенко Максим Андреевич – химия магистрі, жаратылыстану-ғылыми пәндері кафедрасының аға оқытушысы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Майер Федор Витальевич – биология, экология және химия кафедрасының 7М05302 – Химия ББ 2-курс магистранты, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Yergaliyeva Elmira Murzabayevna – PhD, Assistant Professor, Department of Natural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Vazhev Vladimir Viktorovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Natural Sciences, Z. Aldamzhar Kostanay Social and Technical University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Gubenko Maxim Andreyevich – Master of Chemistry, Senior Lecturer, Department of Natural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Mayer Fyodor Vitaliyevich – 2nd year Master's student, “7M05302 – Chemistry” educational program, Department of Biology, Ecology and Chemistry, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА

«ҚМПИ Жаршысы» журналы педагогика, әлеуметтік-гуманитарлық, физика-математикалық, техникалық, биологиялық, химиялық-технологиялық, экономикалық ғылымдар және экология, халықаралық байланыстар салалары бойынша бұрын жарияланбаған өзекті ізденіс нәтижелері туралы мақалаларды жариялайды.

Редакциялық алқа мүшелері журнал материалдарының мазмұнына сын-пікір білдіргеннен кейін басылымға ұсыну шешімі шығарылады. Қабылданбаған мақалаларды редакциялық алқа мүшелері қайта қарастырмайды.

Мақалалар қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде жарияланады.

Журнал жыл барысында төрт рет шығарылады (қаңтар, сәуір, шілде, қазан).

«Қазпошта» АҚ-ның кез келген бөлімінде журналға жазылу мүмкіндігі қарастырылған. Жазылым индексі 74081.

Ұжымда жоғары білікті редакторлар құрамы жұмыс істейді, барлық мақалалар сараптамалық талдаудан және редакциялық өңдеуден өтеді, сондай-ақ плагиаттан тексеріледі. Мақаланы жариялау туралы түпкілікті шешімді редакциялық алқа рецензия қорытындысына сәйкес қабылдайды.

Мақалалар келесі бөлімдер бойынша топтастырылады:

- Білім беру;
- Гуманитарлық ғылымдар және өнер;
- Жаратылыстану ғылымдары;
- Инжиниринг және технологиялар;
- Әлеуметтік ғылымдар

Мақалаға қойылатын талаптар:

Мәтіннің көлемі сөз аралықтары мен сілтемелерді қоса алғанда 15000-нан 60000 таңбаға дейін болуы қажет (0,3-тен 1,5 баспалық параққа дейін, яғни 5–24 бет).

Мәтіннің рәсімделуіне қойылатын техникалық талаптар:

Қаріп – Times New Roman, өлшемі – 12, мәтіннің туралануы – беттің ені бойынша.

Жиектері: барлық жағынан 2 см.

Жоларалық интервал: бірлік.

Абзацтар аралығы «Алдында» – жоқ, «Кейін» – жоқ.

Азат жол– 1,25 см.

Мәтін: парақта бір бағана.

Мақаланың басқы беті келесі ақпараттарды қамтуы қажет:

1. *ӘОЖ коды.* Беттің сол жағына қалың қаріппен жазылады. Авторлық материалға ӘОЖ кодын мына сілтеме арқылы алуға болады: <http://teacode.com/online/udc/>.

2. *Автордың аты-жөні.* Беттің оң жағына қалың қаріппен ӘОЖ кодын бір тармақ төмен жазылады.

3. *Авторлар туралы ақпарат.* Беттің оң жағына көлбеу әріптермен жазылады: автордың ғылыми дәрежесі, ғылыми атағы, қызметі, қызмет орны, қаласы, мемлекеті.

4. *Мақала атауы.* Беттің ортасында бас әріптермен және қалың қаріппен жазылады.

5. *Мақала түйіні.* «Түйін» сөзі (орыс. «Аннотация», ағылш. «Abstract») беттің ортасында қалың қаріппен мақала атауынан бір тармақ төмен жазылады. Түйін мақаланың жарияланатын тілінде жазылады. Түйін мәтіні: сөз аралықтарын қоса алғанда 500–800 таңба, мәтіннің туралануы – беттің ені бойынша, шегініс – оң және сол жақтан 2 см, азат жол– 1,25 см. Мақала тілінде жазылған түйінді мақала тілінде жазылған түпкі түйінмен (резюме) ауыстыру мүмкіндігі қарастырылған.

6. *Мақаланың түпкі түйіні.* Мақала жарияланатын тілден бөлек, мақала атауының аудармасымен екі тілде жазылады. Түпкі түйін мәтіні: көлбеу әріптермен әдебиеттер

тізімінен кейін 1 тармақ төмен жазылады, сөз аралықтарын қоса алғанда 500–800 таңба, мәтіннің туралануы – беттің ені бойынша, азат жол– 1,25 см.

7. *Кілт сөздер* (5–8 сөз және/немесе сөз тіркесі). Кілт сөздер үш тілде сәйкесінше «Түйін» және «Түпкі түйіннен» төмен жазылады. «Кілт сөздер» тіркесі (орыс. «Ключевые слова», ағылш. «Key words»): қалың әріптермен, беттің сол жағына жазылады, шегініс – оң және сол жақтан 2 см, «Кілт сөздер» тіркесінен кейін қос нүкте қойылады, ары қарай кілт сөздер жазылады.

8. *Негізгі мәтін* келесі бөлімдерден тұрады:

1) *Кіріспе* (орыс. – Введение, ағылш. – Introduction).

2) *Материалдар және әдістер* (орыс. – Материалы и методы, ағылш. – Materials and methods).

3) *Нәтижелер* (орыс. – Результаты, ағылш. – Results).

4) *Талқылау* (орыс. – Обсуждение, ағылш. – Discussion).

5) *Қорытынды* (орыс. – Выводы, ағылш. – Conclusions).

6) *Ризашылық білдіру* (орыс. – Благодарности, ағылш. – Appreciation).

3 және 4 бөлімдер біріктірілуі мүмкін, 6 бөлім – қажеттілік туындаған жағдайда ғана жазылады.

Мақала бөлімдері нөмірленуі тиіс. Сандардан кейін нүкте қойылмайды. Бөлім атауларының жазылуы: қаріп– Times New Roman, өлшемі – 12, қалың қаріппен, туралануы– беттің сол жағында.

Мәтінде белгілі бір тармақты немесе тізімді белгілеуде араб сандары қолданылады.

9. *Әдебиеттер тізімі* (орыс. – Список литературы, ағылш. – References). Әдебиеттер тізімі мақаладан кейін жазылады. «Әдебиеттер тізімі» тіркесі қалың қаріппен жазылады, қаріп өлшемі – 12, шегініс – 1,25 см.

Дереккөздер туралы ақпаратты мәтінде дереккөздерге сілтеменің жасалу реті бойынша орналастырып, араб сандарымен нөмірлеу қажет. Сандардан кейін нүкте қойылмайды. Шрифт өлшемі – 11, шегініс – 1,25 см.

Қолданылған дереккөздерге сілтемелер тік жақшаның ішінде келтірілгені абзал. Библиографиялық жазу түпнұсқа тілінде орындалады.

Кітаптардың шығыс деректерінің жазылу тәртібі: автордың (авторлардың) тегі, аты-жөнінің басқы әріптері, кітаптың аты, жарияланған орны, басылымы, шыққан жылы, беттер. Мысалы: Семенов В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология. – Пушино: ПНЦ РАН, 2000. – Б. 60–65.

Журнал, мерзімді басылымдардың шығыс деректерінің жазылу тәртібі: автордың (авторлардың) тегі, аты-жөнінің басқы әріптері, мақала атауы, журнал атауы, жылы, басылым нөмірі, беттер. Мысалы: Голубков Е.П. Маркетинг как концепция рыночного управления // Маркетинг в России и за рубежом. – 2001. – № 1. – Б. 89–104.

Жинақтардың шығыс деректерінің жазылу тәртібі: автордың (авторлардың) тегі, аты-жөнінің басқы әріптері, мақала атауы, жинақ атауы, басылым жылы, беттер. Мысалы: Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М.: Наука, 1996. – Б. 77–79.

Электрондық ресурстардың шығыс деректерінің жазылу тәртібі: мақала атауы, автор туралы ақпарат, мақаланың шығу орны, мерзімі, сонымен қатар, ақпараттық тасымалдаушы, жүйелік талаптар, ғаламтор ресурстарын қолдану мүмкіндіктері (Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (546 Мб). – М.: Большая Рос. энцикл. [и др.], 1996. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + рук. Пользователя (1 с.). – Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 95 или новее; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; 16 бит. зв. карта; мышь; Faulkner, A., Thomas, P. Проводимые пользователями

исследования и доказательная медицина [Электронный ресурс] // Обзор современной психиатрии: электронный журнал. – 2002. – Вып. 16. – Режим доступа: <http://www.psyobsog.org>).

10. *Кестелерді жасау.* Әрбір кестенің реттік нөмірі мен атауы болуы шарт. Кесте нөмірі және атауы кестенің жоғары жағына орналастырылады. Көлбеу әріптермен жазылған «Кесте 1» («Таблица 1», «Table 1») сөзінен кейін сызықша қойылып, кесте атауы қалыпты әріптермен жазылады, туралануы – беттің ортасында, шрифт өлшемі – 11, кестедегі мәтіннің туралануы – беттің сол жағы.

11. *Графикалық материалдар* «Microsoft Graph» немесе «Excel» бағдарламаларында орындалуы қажет және сканерден өткізілмеуі қажет.

Графикалық бейнелер сурет немесе біртұтас объект ретінде берілуі тиіс. Графикалық объектілер беттің белгіленген жиектерінен аспай, бір беттен артық болмауы қажет.

Әрбір объектінің нөмірі және атауы болуы керек. Объект нөмірі мен атауы объектіден төмен орналасуы қажет. Шрифт өлшемі – 11, мәтіннің орналасуы қалпы – беттің сол жағы.

12. *Формулалардың берілуі.* Математикалық формулаларды формулалар редакторы «Microsoft Equation» арқылы белгілеу қажет. Олар жақша ішінде оң жақтан нөмірленеді. Формулалар көп болған жағдайда әрбір бөлімнің формулаларын тәуелсіз нөмірлеу ұсынылады.

13. *Мақалаға міндетті түрде тіркелетін ақпараттар:*

– автор туралы ақпарат (үш тілде): тегі, аты, әкесінің аты, ғылыми атағы, ғылыми дәрежесі, қызметі, жұмыс орны (ЖОО, мекеме атауы, факультет, кафедра), жұмыс және ұялы телефон нөмірі;

– ғылым кандидаты, докторы немесе PhD докторының мақалаға қатысты сын-пікірі (ғылыми дәрежесіз авторлар үшін).

Редакция ұсынылған барлық материалдарға сын-пікір білдіруге міндетті емес және материалдары қабылданбаған авторлармен пікірталасқа түспейді.

Авторлардың пікірлері редакцияның көзқарасымен сәйкес келе бермейді. Қолжазбаларға рецензия берілмейді және қайтарылмайды. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты. Қайта басылған материалдарды журналға сүйеніп шығару міндетті.

Мақалалардың қабылдануы және жариялануы бойынша сауалдар туындаған жағдайда мына мекен-жайға жүгініңіз:

Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш., 47
ҚР БҒМ «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ
БСН 200740006481, БЖК КСЖВКЗКХ
ЖСК KZ398562203108711441 «Банк Центр Кредит» АҚ

Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Байтұрсынов көш., 47
№007 каб. Тел.: 8-777-581-51-20
E-mail: vestnik.kru@ksu.edu.kz

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «КМПИ Жаршысы» публикует статьи об оригинальных и ранее не печатавшихся результатах исследований в области педагогических, социально-гуманитарных, физико-математических, технических, биологических, химико-технологических, экономических наук, по экологии, международным научным связям и т.п.

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования. Отклоненные статьи повторно редколлегией не рассматриваются.

Статьи публикуются на казахском, русском, английском языках.

Журнал выходит четыре раза в год (январь, апрель, июль, октябрь).

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении АО «Казпочта». Подписной индекс 74081.

Работает профессиональный редакторский состав, все статьи проходят экспертную оценку и редактуру, а также проверяются на плагиат. Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования.

Статьи распределяются согласно следующим разделам:

- Образование;
- Гуманитарные науки и искусство;
- Естественные науки;
- Инжиниринг и технологии;
- Социальные науки

Требования к статьям:

Объем текста статьи должен быть от 15000 до 60000 знаков, включая пробелы и сноски (от 0,3 до 1,5 печатных листов, т.е. от 5 до 24 страниц).

Технические требования к оформлению текста:

Шрифт: Times New Roman, размер шрифта – 12, выравнивание текста – по ширине страницы.

Поля: по 2 см со всех сторон.

Междустрочный интервал: одинарный.

Интервал между абзацами «Перед» – нет, «После» – нет.

Отступ «Первой строки» – 1,25.

Текст: одна колонка на странице.

Первая (титульная) страница статьи должна содержать следующую информацию:

1. *Код УДК.* Полуужирный, положение по левому краю страницы. Присвоить УДК авторскому материалу можно здесь: <http://teacode.com/online/udc/>.

2. *Ф.И.О. автора.* Полуужирный курсив, положение на странице – по правому краю через строку после кода УДК.

3. *Сведения об авторе.* Курсив, положение на странице – по правому краю: ученая степень, ученое звание, должность, место работы, город, страна.

4. *Заглавие.* Прописные буквы, полуужирный, положение по центру страницы.

5. *Аннотация к статье.* Слово «Аннотация» (каз. «Түйін», англ. «Abstract»), полуужирный, положение по центру страницы, через строку после заглавия. Аннотация оформляется на языке статьи. Допускается замена аннотации на языке статьи на резюме на языке статьи. Текст аннотации: 500–800 знаков с пробелами, курсив, выравнивание по ширине страницы, отступы слева и справа – по 2 см, отступ «Первой строки» – 1,25.

6. *Резюме к статье.* Оформляется на двух языках, отличных от языка статьи, с переводом названия статьи. Текст резюме: курсивный, после списка литературы через интервал, 500–800 знаков с пробелами, положение по ширине текста, отступ «Первой строки» – 1,25.

7. *Ключевые слова* (от 5 до 8). Ключевые слова пишутся на трех языках, размещаются соответственно под «Аннотацией» и «Резюме». Фраза «Ключевые слова» (каз. «Кілт сөздер»,

англ. «Key words»): полужирный, отступы слева и справа – по 2 см, после фразы ставится двоеточие. Сами ключевые слова указываются после фразы «Ключевые слова» в той же строке, через запятую.

8. *Основной текст* делится на следующие разделы:

1) *Введение* (каз – Кіріспе, англ. – Introduction).

2) *Материалы и методы* (каз. – Материалдар мен әдістер, англ. – Materials and Methods).

3) *Результаты* (каз. – Нәтижелер, англ. – Results).

4) *Обсуждение* (каз. – Талқылау, англ. – Discussion).

5) *Выводы* (каз. – Қорытынды, англ. – Conclusions).

6) *Благодарности* (каз. – Ризашылық білдіру, англ. – Appreciation).

Разделы 3 и 4 могут объединяться, раздел 6 – по необходимости.

Разделы статьи должны быть пронумерованы, необходимо нумеровать арабскими цифрами без точки. Оформление заголовков разделов – шрифт Times New Roman, размер шрифта – 12, полужирный, положение по левому краю страницы.

При выделении в тексте отдельных пунктов или списков следует использовать только арабские цифры.

9. *Список литературы* (каз. – Әдебиеттер тізімі, англ. – References). Список литературы приводится в конце статьи и озаглавливается «Список литературы» – шрифт Times New Roman, размер шрифта – 12, полужирный, отступ «Первой строки» – 1,25.

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте, нумеровать арабскими цифрами без точки, размер шрифта – 11, отступ «Первой строки» – 1,25 см. Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. Библиографическая запись выполняется на языке оригинала.

Выходные данные *книг* обязательно включают: фамилию автора (авторов), инициалы, название, место издания, издательство, год издания, страницы. Например: Семенов В.В. *Философия: итог тысячелетий. Философская психология.* – Пущино: ПНЦ РАН, 2000. – С. 60–65.

Выходные данные *статей из журналов и периодических изданий* указываются в следующем порядке: фамилия автора (авторов), инициалы, название статьи, название журнала, год, номер издания, страницы. Например: Голубков Е.П. *Маркетинг как концепция рыночного управления // Маркетинг в России и за рубежом.* – 2001. – № 1. – С. 89–104.

Выходные данные *сборников* указываются в следующем порядке: фамилия автора (авторов), инициалы, название статьи, название сборника, год издания, страницы. Например: Зимин А.И. *Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф.* – М.: Наука, 1996. – С. 77–79.

Выходные данные *электронных ресурсов* содержат информацию об авторе, названии, дате и месте издания или публикации, также указывается информационный носитель, системные требования, режим доступа (к интернет-ресурсам) (*Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс].* – Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (546 Мб). – М.: Большая Рос. энцикл. [и др.], 1996. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + рук. Пользователя (1 с.). – Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 95 или новее; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; 16 бит. зв.карта; мышь; Faulkner, A., Thomas, P. *Проводимые пользователями исследования и доказательная медицина [Электронный ресурс] // Обзор современной психиатрии: электронный журнал.* – 2002. – Вып. 16. – Режим доступа: <http://www.psyobsor.org>).

10. *Оформление таблиц.* Каждая таблица должна быть пронумерована и иметь заголовок. Номер таблицы и заголовок размещаются над таблицей. Номер оформляется как «Таблица 1» («Кесте 1», «Table 1»), стиль шрифта – курсивный. Заголовок таблицы

размещается через тире, шрифт – Times New Roman, размер – 11, по центру страницы, стиль шрифта – обычный. Положение текста в таблице по левому краю, шрифт – Times New Roman, размер – 11.

11. *Оформление графических материалов.* Графические материалы должны быть подготовлены с помощью программ «Microsoft Graph» или «Excel» без использования сканирования.

Графические объекты должны быть в виде рисунка или сгруппированных объектов.

Графические объекты не должны выходить за пределы полей страницы и превышать одну страницу.

Каждый объект должен быть пронумерован и иметь заголовок. Номер объекта и заголовков размещаются под объектом. Номер оформляется как «Рисунок 1» («Сурет 1», «Picture 1»), шрифт – Times New Roman, курсив, размер – 11, положение текста на странице по центру. Далее следует название, шрифт – Times New Roman, размер – 11, стиль шрифта – обычный.

12. *Оформление формул.* Математические формулы оформляются через редактор формул «Microsoft Equation». Их нумерация проставляется с правой стороны в скобках. При большом числе формул рекомендуется их независимая нумерация по каждому разделу.

13. *К статье обязательно прилагаются:*

– сведения об авторе (на трех языках): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность, место работы (название вуза, организации, факультет, кафедра), рабочий и мобильный телефоны;

– рецензия кандидата или доктора наук, доктора PhD(для авторов без ученой степени).

Редакция не несет обязательств по рецензированию всех поступающих материалов и не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов.

Мнение авторов не всегда отражает точку зрения редакции. За достоверность предоставленных материалов ответственность несет автор. При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

По всем вопросам приема и публикации статей обращаться по адресу:

Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47

НАО «Костанайский региональный университет

имени Ахмет Байтұрсынұлы» МОН РК

БИН 200740006481, БИК КСЖВКЗКХ

ИИК KZ398562203108711441 в АО «Банк Центр Кредит»

Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47

№007 каб. Тел.: 8 (777) 581-51-20

E-mail: vestnik.kru@ksu.edu.kz

INFORMATION FOR AUTHORS

The journal «KMPI Zharshysy» is responsible for publishing the articles with original content on the results of research in the fields of pedagogical, social-humanitarian, physical and mathematical, technical, biological, chemical-technological, economical sciences, and ecology, international scientific relationships and etc. which were not printed previously.

The decision to publish an article is considered by the editorial board of the journal after peer review. Rejected articles are not considered again by the editorial board.

Articles are published in Kazakh, Russian and English languages.

The journal is published four times a year (January, April, July, October).

A subscription to the journal can be obtained at any post office of JSC "Kazpost". Subscription index 74081.

All submitted manuscripts undergo expert peer review, professional editing, and plagiarism screening. Final decisions regarding publication are made by the journal's editorial board based on the results of peer review.

Articles are published under the following sections:

- Education
- Humanities and the Arts
- Natural Sciences
- Engineering and Technology
- Social Sciences

Article requirements:

The volume of the text of the article should be between 15,000 and 60,000 signs, including spaces and footnotes (from 0,3 to 1,5 printed page, i.e. 5-24 pages).

Technical requirements for the decoration of the text:

Font: Times New Roman, size – 12, alignment – width of the page.

Field: on 2 cm from all directions.

Line spacing: single.

Spacing between paragraphs «Before» – no, «After» – no.

Indentation of "The first line" – 1,25.

Text: one column on the page.

The first (titular) page of the article must include the following information:

1. *UDC code*. Boldface, position on the left side of the page. Assign the UDC to copyright material can be available here: <http://teacode.com/online/udc/>.

2. *Full name of the author*. Bold italic, position on the right edge of the page through the line after the UDC code.

3. *Information about authors*. Font style – italic, position on the right edge of the page: academic degree, academic title, position, place of work, city, country.

4. *Title*. Uppercase letters, bold, position – at the center of the page.

5. *Abstract to the article*. The word «Abstract» (kaz. «Түйін», rus. «Аннотация»), boldface, position – at the center of the page, in a line after the title. Abstract is made in the language of the article. It is possible to replace the abstract on the language of the article to the summary on the language of the article. Text of abstract: 500–800 signs including spaces, italics, position – the width of text, indents on the left and right – 2 cm, indentation of "the first line" – 1.25.

6. *Summary of the article*. It is made out in two languages differ from the language of the article, with the translation of the title of the article. Text of summary: italic, after references, 500–800 signs including spaces, alignment – the width of page, indentation of "the first line" – 1.25.

7. *Key words* (from 5 to 8). Key words are written in three languages, are located accordingly under the «Abstract» and «Summary». The phrase «Key words» (kaz. «Кілт сөздер»,

rus. «Ключевые слова»): boldface, indents on the left and right – 2 cm, after the phrase there is a colon. Key words are written after the phrase "Key words" in the same line, separated by a comma.

8. *Main text of the article* consists of the following parts:

1) *Introduction* (kaz. – Кіріспе, rus. – Введение).

2) *Materials and Methods* (kaz. – Материалдар мен әдістер, rus. – Материалы и методы).

3) *Results* (kaz. – Нәтижелер, rus. – Результаты).

4) *Discussion* (kaz. – Талқылау, rus. – Обсуждение).

5) *Conclusions* (kaz. – Қорытынды, rus. – Выводы).

6) *Appreciation* (kaz. – Ризашылық білдіру, rus. – Благодарности).

Parts 3 and 4 may be combined, part 6 – if it is necessary.

Parts of the article should be numbered, Arabic numerals without a dot. Headings of parts – font Times New Roman, size – 12, boldface, position on the left side of the page.

While highlighting only Arabic numerals should be used in the text of selected items or lists.

9. *References* (kaz. – Әдебиеттер тізімі, rus. – Список литературы). References should be listed at the end of the article and headlined as «References» – font Times New Roman, font size – 12, boldface, indent 1.25.

Information about the sources should be arranged in order of appearance of references to sources in the text, and numbered in Arabic numerals without a dot, font size – 11, indent 1.25 cm. References to the sources used should be given in square brackets. Bibliographic record is made in language of the original source.

Output data of *books* must include: surname of the author (authors), initials, name, place of publication, publisher, year of publication, number of pages. For example: Семенов, В.В. *Философия: итог тысячелетий. Философская психология.* – Пущино: ПНЦРАН, 2000. – P. 60–65.

Output data of *articles from journals and periodicals* must include: surname of the author (authors), initials, title of the article, title of the journal, year, number of publication, number of pages. For example: Голубков Е.П. *Маркетинг как концепция рыночного управления // Маркетинг в России и зарубежом.* – 2001. – № 1. – P. 89–104.

Output data of *collections* is indicated in the following order: surname of the author (authors), initials, title of the article, title of the collection, year of publication, number of pages. For example: Зимин А.И. *Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф.* – М.: Наука, 1996. – P. 77–79.

Output data of *electronic resources* provides information about the author, title, date and place of edition, or publication, also indicates the information carrier, system requirements, access mode (to the Internet resources) (*Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс].* – Электрон. текстовые, граф., зв.дан. и прикладная прогр. (546 Мб). – М.: Большая Рос. энцикл. [и др.], 1996. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + рук. Пользователя (1 с.). – Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 95 или новее; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; 16 бит. зв.карта; мышь; Faulkner, A., Thomas, P. *Проводимые пользователями исследования и доказательная медицина [Электронный ресурс] // Обзор современной психиатрии: электронный журнал.* – 2002. – Вып. 16. – Режим доступа: <http://www.psyobsor.org>).

10. *Design of tables.* Each table should be numbered and titled. Table number and heading are placed above the table. Number is issued as «Table 1» («Кесте 1», «Таблица 1»), font style – italic. Table heading is placed by a dash, font – Times New Roman, size – 11, font style – regular, at the center of the page. The position of the text in the table – to the left, the font – Times New Roman, size – 11.

11. *Design of graphic materials.* Graphic materials should be prepared by using the programs «Microsoft Graph» or «Excel» without scanning.

Graphical objects should be presented as a picture or grouped objects.

Graphical objects should not extend beyond the page margins, and have no more than one page.

Each object must be numbered and titled. Number of the object and title are placed under the object. Number is presented as «*Picture 1*» («*Сурет 1*», «*Рисунок 1*»), the font – Times New Roman, italic, size – 11, position of the text—at the center of the page. Then, the title – the font – Times New Roman, size – 11, font style – regular.

12. *Design of formulas.* Mathematical formulas are made through the «Microsoft Equation» formula editor. The numbering is affixed to the right in brackets. If there is a large number of formulas it will be recommended their independent numbering for each section.

13. *The article must have:*

- information about the author: surname, name, patronymic, academic degree, academic title, position, place of work (name of institution, organization, faculty, department), office and mobile phone numbers;

- review of the candidate or doctor of sciences, PhD doctors (for authors without scientific degree).

Editors are not liable for reviewing all incoming materials and do not enter into a discussion with the authors of rejected materials.

The views expressed by the authors do not necessarily reflect those of the editorial board. The author(s) shall responsible for the accuracy of the submitted materials. Reprinting of materials is permitted only with appropriate reference to the journal.

On all questions of reception and publication of articles contact us at:

Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Baitursynov street, 47
NLC «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University» MES RK
BIN 200740006481 BIC KCJBKZKX
IIC KCJBKZKX AO «BankCentrCredit»

Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, Baitursynov street, 47
office №007. Tel.: 8 (777) 581-51-20
E-mail: vestnik.kru@ksu.edu.kz

МАЗМҰНЫ**БІЛІМ БЕРУ**

<i>Бородулина, О.В., Малышко, Е.А.</i> МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ КҮШ СПОРТЫНА ДЕГЕН МОТИВАЦИЯСЫН ТАЛДАУ	3
<i>Кудрицкий, В.А., Губенко, М.А.</i> МЕКТЕПТЕГІ ХИМИЯ КУРСЫНДА ПОЛИМЕРЛЕР ТАҚЫРЫБЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒЫТТА ОҚЫТУ: ДӘСТҮРЛІ МАТЕРИАЛДАРДАН БИЫДЫРАТЫН МАТЕРИАЛДАРҒА ДЕЙІН	11
<i>Назмутдинов, Р.А., Калининченко, О.В.</i> ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ СТУДЕНТТЕРІНІҢ ЕҢБЕК ЖӘНЕ КӘСІБИ-ЕҢБЕК ҚЫЗМЕТІНІҢ ТҮСІНІКТЕРІ	22
<i>Раисова, Ж.Х., Саидов, А.М.</i> БІЛІМ БЕРУ ОЙЫНДАРЫНДАҒЫ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ: МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ	33
<i>Хамитбекова, А.М., Дуйсенбаева, М.Б.</i> ТҮЮТОРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СЫНЫПТАН ТЫС ЖҰМЫСТАРДА БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ КОММУНИКАТИВТІ ҚҰЗІРЕТТІЛІГІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ	37

ГУМАНИТАРЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕР ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Мұратқызы, М.</i> ҮЙЛЕНУ ҒҰРПЫ ФОЛЬКЛОРЫНЫҢ КӨРКЕМ МӘТІНДЕГІ КӨРІНСІ (БАУЫРЖАН МОМЫШҰЛЫНЫҢ «ҰШҚАН ҰЯ» ПОВЕСІ)	51
<i>Оспанұлы, С., Мырзағалиева, К.М.</i> ҚАЗАҚ КӨРКЕМ ЖАЗБА ӘДЕБИЕТІНДЕ САТИРАЛЫҚ ӘҢГІМЕЛЕРДІ ТҰҢҒЫШ ЖАЗҒАН КІМ?	60

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Ергалиева, Э.М., Важев, В.В., Губенко, М.А., Майер, Ф.В.</i> ASTRAGALUS ФИТОКОМПОНЕНТТЕРІН ДИПЕПТИДИЛПЕПТИДАЗА-4 ТЕЖЕГІШТЕРІ РЕТІНДЕ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ДОКИНГ ЖАСАУ	66
<i>Майер, Ф.Ф., Нарижняя, И.И.</i> АНАЛИТИКАЛЫҚ ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ КЕЙБІР КЛАССТАРЫНЫҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКСТРЕМАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ	75

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Анненкова, Л.А., Саидов, А.М., Калитка, Д.А.</i> АСҚАБАҚ ҚОСПАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ НАННЫҢ ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ	84
<i>Балхашбаев, А., Мейрманова, А.</i> ТҰЖЫРЫМДАМАН КОДҚА ДЕЙІН: DDD ЖӘНЕ CQRS НЕГІЗІНДЕ ТҰРАҚТЫ CRM ЖҮЙЕСІН ІСКЕ АСЫРУ	93
<i>Закирова, А.Б., Калитка, Д.А., Саидов, А.М.</i> «ОРЕШЕК» ПЕЧЕНЬЕСІНІҢ ГЛЮТЕНСІЗ РЕЦЕПТУРАСЫН ӘЗІРЛЕУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ	104
<i>Ленский, Н.А., Саидов, А.М., Калитка, Д.А.</i> НАН ПІСІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮШІН ЗЕНДІК АЛЬФА-АМИЛАЗАНЫ ҚОЛДАНУ	108

ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР

<i>Джаманбалин, К.К.</i> ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫН ДАМУДЫҢ БАСЫМ МӘСЕЛЕЛЕРІ	114
<i>Макаев, К.К., Нурғалиева, А.</i> ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖАСЫЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНДАҒЫ БИОӘРТҮРЛІЛІК ПЕН РЕКРЕАЦИЯ АРАСЫНДАҒЫ КОМПРАМИСТІ ІЗДЕУ: ҚАЛА ҚҰРЫЛЫСЫ МАМАНДАРЫНЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ	119

АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА	125
-----------------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЗОВАНИЕ

Бородулина, О.В., Малышко, Е.А. АНАЛИЗ МОТИВАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СИЛОВЫМИ ВИДАМИ СПОРТА.....3

Кудрицкий, В.А., Губенко, М.А. ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРЕПОДАВАНИЕ ТЕМЫ ПОЛИМЕРОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ: ОТ ТРАДИЦИОННЫХ К БИОРАЗЛАГАЕМЫМ МАТЕРИАЛАМ..... 11

Назмутдинов, Р.А., Калинин, О.В. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТРУДЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ КОСТАНАЙСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА22

Раисова, Ж.Х., Саидов, А.М. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИГРАХ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ33

Хамитбекова, А.М., Дуйсенбаева, М.Б. ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ ВО ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТьюТОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ37

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИСКУССТВО

Мұратқызы, М. СВАДЕБНЫЙ ОБРЯДОВЫЙ ФОЛЬКЛОР В ХУДОЖЕСТВЕННОМ ТЕКСТЕ (ПОВЕСТЬ БАУЫРЖАНА МОМЫШУЛЫ «ҰШҚАН ҰЯ»).....51

Оспанұлы, С., Мырзағалиева, К.М. КТО ПЕРВЫЙ НАПИСАЛ САТИРИЧЕСКИЕ РАССКАЗЫ В КАЗАХСКОЙ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ?60

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Ергалиева, Э.М., Важев, В.В., Губенко, М.А., Майер, Ф.В. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ ФИТОКОМПОНЕНТОВ *ASTRAGALUS* В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ ДИПЕПТИДИЛПЕПТИДАЗЫ-4.....66

Майер, Ф.Ф., Нарижня, И.И. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ75

ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

Анненкова, Л.А., Саидов, А.М., Калитка, Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЫКВЕННЫХ ДОБАВОК84

Балхашбаев, А., Мейрманова, А. ОТ КОНЦЕПЦИИ К КОДУ: РЕАЛИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВОЙ CRM-СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DDD И CQRS93

Закирова, А.Б., Калитка, Д.А., Саидов, А.М. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ РЕЦЕПТУРЫ ПЕЧЕНЬЯ «ОРЕШЕК».....104

Ленский, Н.А., Саидов, А.М., Калитка, Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРИБКОВОЙ АЛЬФА-АМИЛАЗЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ108

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Джаманбалин, К.К. ПРИОРИТЕТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ КАЗАХСТАНА114

Макаев, К.К., Нурғалиева, А. ПОИСК КОМПРОМИССОВ МЕЖДУ БИОРАЗНООБРАЗИЕМ И РЕКРЕАЦИЕЙ В ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ КАЗАХСТАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ГОРОДСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ119

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ.....128

CONTENT

EDUCATION

<i>Borodulina, O.V., Malyshko, Ye.A.</i> ANALYSIS OF SCHOOLCHILDREN'S MOTIVATION FOR STRENGTH SPORTS.....	3
<i>Kudritskiy, V.A., Gubenko, M.A.</i> ECO-ORIENTED TEACHING OF POLYMERS IN THE SCHOOL CHEMISTRY CURRICULUM: FROM TRADITIONAL TO BIODEGRADABLE MATERIALS	11
<i>Nazmutdinov, R.A., Kalinichenko, O.V.</i> CONCEPTS OF LABOR AND PROFESSIONAL-WORK ACTIVITIES OF STUDENTS OF KOSTANAY REGIONAL UNIVERSITY	22
<i>Raissova Zh.Kh., Saidov A.M.</i> ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL GAMES: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS	33
<i>Khamitbekova, A.M., Duissenbayeva, M.B.</i> FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCIES OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES USING TUTOR TECHNOLOGIES	37

HUMANITIES AND ARTS

<i>Muratkyzy, M.</i> THE REPRESENTATION OF WEDDING RITUAL FOLKLORE IN A LITERARY TEXT (BASED ON BAURZHAN MOMYSHULY'S NOVELLA «OUR FAMILY»).....	51
<i>Ospanuly, S., Myrzagaliyeva, K.M.</i> WHO WAS THE FIRST TO WRITE SATIRICAL STORIES IN KAZAKH ART AND WRITTEN LITERATURE?	60

NATURAL SCIENCES

<i>Yergaliyeva, E.M., Vazhev, V.V., Gubenko, M.A., Mayer, F.V.</i> MOLECULAR DOCKING OF ASTRAGALUS PHYTOCOMPONENTS AS DIPEPTIDYL PEPTIDASE-4 INHIBITORS.....	66
<i>Mayer, F.F., Narizhnyaya, I.I.</i> GEOMETRIC AND EXTREMAL PROPERTIES OF SOME CLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS	75

ENGINEERING AND TECHNOLOGY

<i>Annenkova, L.A., Saidov, A.M., Kalitka, D.A.</i> STUDY OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF BREAD USING PUMPKIN ADDITIVES.....	84
<i>Balkhashbayev, A., Meirmanova, A.</i> FROM CONCEPT TO CODE: IMPLEMENTING A RESILIENT CRM SYSTEM WITH DDD AND CQRS	93
<i>Zakirova, A.B., Kalitka, D.A., Saidov, A.M.</i> PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF A GLUTEN-FREE COOKIE RECIPE «ORESHEK»	104
<i>Lenskiy, N.A., Saidov, A.M., Kalitka, D.A.</i> APPLICATION OF FUNGAL ALPHA-AMYLASE FOR OPTIMIZING BAKING TECHNOLOGICAL PROCESSES	108

SOCIAL SCIENCES

<i>Jamanbalin, K.K.</i> PRIORITY PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN'S ELECTRIC POWER INDUSTRY	114
<i>Makayev, K.K., Nurgaliyeva, A.</i> NAVIGATING BIODIVERSITY-RECREATION TRADE-OFFS IN KAZAKHSTAN'S GREEN INFRASTRUCTURE: PERSPECTIVES OF URBAN PLANNING PROFESSIONALS.....	119

INFORMATION FOR AUTHORS	131
--------------------------------------	-----

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректорлар: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерлік беттеу: *С. Красикова, И. Милокумова*

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректоры: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерная верстка: *С. Красикова, И. Милокумова*

Басуға 08.01.2026 ж. берілді.
Пішімі 60x84/8. Көлемі 11,0 б.т.
Тапсырыс № 007

Подписано в печать 08.01.2026 г.
Формат 60x84/8. Объем 11,0 п.л.
Заказ № 007

Ахмете Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университетіндегі
редакциялық-баспа бөлімінде басылған
Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтұрсынұлы
г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47