

Код МРНТИ 68.29.07

\*Д.К. Сунакбаева

Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави  
(г. Туркестан, Казахстан)

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

**Аннотация.** В статье представлен комплексный геоэкологический анализ деградированных земель юга Казахстана (Кызылординская, Жамбылская и Туркестанская области), подвергшихся техногенному и природному воздействию. На основе полевых наблюдений и лабораторных анализов оценены физико-химические, структурные и гидрологические свойства почв, выявлены основные процессы деградации: засоление, эрозия, уплотнение и снижение содержания органического вещества. Проанализирована эффективность методов рекультивации, включая биомелиорацию, механическую и ландшафтную рекультивацию. Показано, что их комплексное применение способствует восстановлению почвенной структуры, водного режима и растительного покрова, формируя научную основу для практических рекомендаций по повышению плодородия и экологической устойчивости земель в аридных и полуаридных условиях южного Казахстана.

**Ключевые слова:** геоэкология, рекультивация нарушенных земель, горнопромышленные регионы, техногенное воздействие, биорекультивация, почвенное плодородие, экологическая устойчивость, устойчивое развитие.

### Оңтүстік Қазақстан өңірінің деградацияланған жерлерін геоэкологиялық тұрғыдан бағалау және рекультивациялау

**Андатпа.** Мақалада Қазақстанның оңтүстік өңірлеріндегі (Кызылорда, Жамбыл және Туркестан облыстары) техногендік және табиғи әсерге ұшыраған деградацияланған жерлердің кешенді геоэкологиялық талдауы берілген. Далалық бақылаулар мен зертханалық талдаулар негізінде топырақтың физика-химиялық, құрылымдық және гидрологиялық қасиеттері бағаланып, деградацияның негізгі үдерістері – тұздану, эрозия, тығыздалу және органикалық заттар мөлшерінің төмендеуі анықталды. Биомелиорация, механикалық және ландшафттық рекультивацияны қамтитын қалпына келтіру әдістерінің тиімділігі талданды. Бұл тәсілдерді кешенді қолдану топырақ құрылымын, су режимін және өсімдік жамылғысын қалпына келтіруге ықпал етіп, Қазақстанның оңтүстігіндегі аридтік және шөлейт аймақтарда жер құнарлылығы мен экологиялық тұрақтылықты арттыруға арналған практикалық ұсынымдардың ғылыми негізін қалыптастырады.

**Түйінді сөздер:** геоэкология, бұзылған жерлерді рекультивациялау, тау-кен өндірісі аймақтары, техногендік әсер, биорекультивация, топырақ құнарлылығы, экологиялық тұрақтылық, орнықты даму.

### Geocological assessment and reclamation of degraded lands in Southern Kazakhstan

**Abstract.** The article provides a comprehensive geocological assessment of degraded lands in southern Kazakhstan (Kyzylorda, Zhambyl, and Turkestan regions) affected by anthropogenic and natural factors. Field observations and laboratory analyses were used to evaluate the physicochemical, structural, and hydrological properties of soils and to identify key degradation processes, including salinization, erosion, compaction, and reduced organic matter content. The effectiveness of bioreclamation, mechanical, and landscape reclamation methods was assessed. The results show that their integrated application supports the restoration of soil structure, water regime, and vegetation cover, forming a scientific basis for practical recommendations to enhance soil fertility and environmental sustainability in the arid and semi-arid regions of southern Kazakhstan.

**Key words:** geocology, reclamation of degraded lands, mining regions, technogenic impact, bioreclamation, soil fertility, ecological stability, sustainable development.

### Введение

Устойчивое природопользование в аридных и полуаридных районах южного Казахстана остается одной из ключевых задач современного геоэкологического развития. Южный регион, включающий Кызылординскую, Жамбылскую и Туркестанскую области, характеризуется ограниченными земельными ресурсами, высокой природной уязвимостью, засушливым климатом, сложной морфологией рельефа, активными гидрогеологическими процессами и интенсивной антропогенной нагрузкой [1].

Одним из наиболее значимых факторов деградации земель является засоление почв, возникающее в результате использования минерализованных оросительных вод, старых и недостаточно обслуживаемых ирригационных систем, а также подъема соленых грунтовых вод [2]. Наряду с этим наблюдаются процессы водной и ветровой эрозии, снижение плодородия, ухудшение структуры почв и уменьшение содержания органического вещества.

Особо уязвимы следующие типы земель:

- Орошаемые земли Кызылординской и Туркестанской областей, где подвержено деградации около 1,2 млн га территории, с высоким риском вторичного засоления и ухудшения структуры почвы на старых каналах и арыках;
- Пастбища и сенокосные угодья Жамбылской и Туркестанской областей, деградированные из-за перегрузки скота, ветровой эрозии и опустынивания, общая площадь которых составляет примерно 3,5 млн га;

- Выработанные промышленные и карьерные участки, включая отвалы горной породы и хвостохранилища, площадь которых достигает около 0,25 млн га, где верхний плодородный слой почвы полностью утрачен и необходима комплексная рекультивация [3].

Основные почвенные типы южного региона включают солонцы, солончаки, сероземы и легкие черноземы, подверженные эрозии, засолению и деградации структуры. Растительный покров представлен пустынными и полупустынными сообществами, включая солянку, полынь, ковыль и люцерну, которые являются основными компонентами пастбищ и сенокосных земель [4].

Природно-климатические условия южного региона определяют оптимальные методы рекультивации. В условиях сухого климата, сильной ветровой и водной эрозии наиболее эффективны ландшафтные и биомелиоративные технологии: создание террас и защитных полос, посадка местных и адаптированных растений, применение биопрепаратов для улучшения структуры и плодородия почвы. Эти меры способствуют снижению эрозионной активности, ускоряют восстановление растительного покрова и стабилизацию водного режима [5].

Горнодобывающая и промышленная деятельность усиливает деградацию земель, приводя к разрушению верхнего плодородного слоя, изменению гидрологического режима и повышению техногенной нагрузки на экосистемы. В результате многие земли теряют сельскохозяйственную

и природную ценность и становятся непригодными для использования без комплексных мер рекультивации [6].

В этих условиях особенно актуальна разработка геоэкологических методов рекультивации, направленных на восстановление плодородия почв, улучшение их водно-физических и химических свойств, стабилизацию водного режима и возобновление растительного покрова [7]. Практика и нормативные документы показывают, что рекультивация является не только задачей восстановления ландшафта, но и ключевой составляющей устойчивого природопользования и охраны земель южного Казахстана [8].

*Цель исследования* – комплексное геоэкологическое обоснование методов рекультивации нарушенных земель южного региона Казахстана, подвергшихся техногенным и природным воздействиям, с оценкой современного состояния деградированных территорий и разработкой рекомендаций по восстановлению почвенного плодородия, повышению экологической устойчивости и рациональному природопользованию.

Таким образом, поставленная цель позволяет системно рассмотреть геоэкологические процессы деградации земель южного региона, обосновать научно-методические подходы к их рекультивации и предложить практические рекомендации для эффективного и устойчивого природопользования в условиях засушливого климата, старых ирригационных систем и интенсивной антропогенной нагрузки.

### Материалы и методы

*Объект исследования.* Объектом исследования являются нарушенные и деградированные земли южного региона Казахстана, подвергшиеся техногенному воздействию сельскохозяйственной, промышленной и гидротехнической деятельности, а также природным процессам деградации, включая засоление, вторичное уплотнение почв и эрозию [7].

Основное внимание уделялось следующим типам земель:

- оросительные земли южных областей (Кызылординская, Жамбылская, Туркестанская), где процессы вторичного засоления, накопления минерализованных солей и ухудшения структуры почв проявляются на старых ирригационных системах и арьяках [6];

- пастбища и сенокосные угодья низовий и предгорных зон, подвергшиеся деградации из-за перегрузки скота, ветровой эрозии и частичных опустынивающих процессов [9];

- выработанные участки карьерных и промышленных зон, включая отвалы горной породы и хвостохранилища вблизи промышленных центров региона, где почвы потеряли верхний плодородный слой и подверглись техногенной деградации [10];

- основные типы почв исследуемых территорий включали солонцы, солончаки, сероземы и легкие черноземы, подверженные засолению, эрозии и деградации структуры [11].

- полевые исследования почв: отбор проб из верхнего и подземного горизонтов для анализа физико-химических свойств, содержания органического вещества, солевого режима и показателей водопроницаемости [10].

*Методы исследования.* Исследование проводилось с использованием комплекса геоэкологических и геоморфологических методов, включающих:

- *полевой мониторинг* – создание сетки точек на деградированных участках для оценки степени засоления, кислотности, плотности и содержания органического вещества [8, 10];

- *лабораторные анализы* – определение химического состава почвы ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ), гидролитической кислотности, содержания гумуса и влажности [8, 9];

- *биомелиоративные эксперименты* – восстановление растительного покрова с использованием местных и адаптированных видов растений (солянки, полынь, люцерна), применение биопрепаратов для улучшения структуры и плодородия почвы [11];

- *сравнительный анализ методов рекультивации* – оценка механической, биорекультивационной и ландшафтной рекультивации по их эффективности в восстановлении почвенного плодородия и экологической устойчивости территории [12].

### Методы обработки данных

Для анализа полученных полевых и лабораторных данных применялся комплекс статистических и геоинформационных методов, обеспечивающий оценку состояния деградационных процессов и обоснование мероприятий по рекультивации.

### Интеграция полевых и лабораторных данных

Для комплексной оценки состояния деградированных земель применялась система интеграции данных, объединяющая результаты полевых замеров и лабораторных анализов [11]. Данные объединялись в единую базу для анализа взаимосвязей между типом почвы, степенью техногенной и климатической нагрузки, методами рекультивации и восстановлением растительного покрова.

Таким образом, комплекс методов обработки данных обеспечивает научно обоснованное планирование рекультивационных мероприятий в южном регионе Казахстана, позволяет количественно оценить эффективность различных подходов и выявить факторы, влияющие на успешное восстановление нарушенных земель в условиях засушливого климата и высокой техногенной нагрузки.

### Результаты и обсуждение

В южном регионе Казахстана, включающем Кызылординскую, Жамбылскую и Туркестанскую области, наблюдаются значительные проявления деградации земель, вызванные комплексным воздействием природных и антропогенных факторов. Основные процессы деградации включают засоление почв, эрозию, уплотнение и снижение содержания органического вещества. Особенности регионального климата, засушливый режим осадков, высокая минерализация вод и интенсивная эксплуатация пастбищ и орошаемых земель способствуют усилению деградационных процессов, что делает необходимым применение дифференцированных методов рекультивации.

Для количественной оценки состояния почв и эффективности рекультивационных мероприятий выполнен комплексный анализ физико-химических, структурных и гидрологических показателей почв, а также степени

деградации земель и результативности различных методов рекультивации. Результаты представлены в виде систематизированных таблиц, включающих данные по ключевым параметрам: содержание гумуса, кислотность, концентрации ионов  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , плотность почвы, водопроницаемость, степень эрозии и засоления, а также эффективность биомелиоративной, механической и ландшафтной рекультивации.

Такой подход позволяет не только выявить характерные закономерности деградации земель в каждом регионе, но и определить оптимальные стратегии восстановления почвенного плодородия и стабилизации экосистем южного Казахстана. На основании полученных данных проведено детальное обсуждение результатов, выделены специфические особенности Кызылординской, Жамбылской и Туркестанской областей, а также обоснована целесообразность комплексного применения биомелиоративных и ландшафтных технологий для повышения экологической устойчивости деградированных территорий.

Анализ физико-химических показателей почв южного региона Казахстана выявил существенные различия по областям и типам земель. В Кызылординской области преобладают солонцы и сероземы с умеренным содержанием гумуса (0,8–1,2%) и слабощелочной реакцией (рН 7,5–8,2), что свидетельствует о склонности почв к вторичному засолению. Повышенное содержание  $Na^+$  (0,3–0,6%) ука-

зывает на локальные очаги минерализации, обусловленные длительным использованием минерализованных орошаемых вод и недостаточным дренажем. В Жамбылской области почвы пастбищ и сенокосов представлены солончаками и легкими черноземами с более низким содержанием гумуса (0,6–1,0%) и умеренной минерализацией, что обусловлено влиянием ветровой эрозии и перегрузкой скота. Туркестанская область характеризуется солонцами и сероземами с умеренным уровнем  $Na^+$  (0,28–0,55%) и низким содержанием гумуса (0,7–1,1%), что указывает на необходимость комплексной рекультивации для восстановления плодородия и структуры почв. Полученные данные демонстрируют, что физико-химические показатели почв отражают высокую уязвимость земель к засолению и деградации структуры, что требует интегрированного подхода к их восстановлению.

Исследование водопроницаемости и структуры почв показало выраженную деградацию верхних горизонтов во всех областях. В Кызылординской области водопроницаемость составила 0,1–0,2 см/ч, что обусловлено уплотнением и засолением почв. Биомелиоративные мероприятия, включающие посадку солянки и полыни, улучшили водный режим и способствовали восстановлению растительного покрова. В Жамбылской области наблюдалось снижение водопроницаемости до 0,12–0,18 см/ч, вызванное разрушением структуры почвы ветровой эрозией

Таблица 1

*Физико-химические свойства почв*

Кесте 1

*Топырақтың физика-химиялық қасиеттері*

Table 1

*Physicochemical Properties of Soils*

Показатель	Кызылординская область	Жамбылская область	Туркестанская область
Типы почв	Солонцы, сероземы	Солончаки, легкие чернозёмы	Солонцы, сероземы
Гумус (%)	0,8–1,2	0,6–1,0	0,7–1,1
рН	7,5–8,2	7,8–8,3	7,6–8,0
$Na^+$ (%)	0,3–0,6	0,25–0,5	0,28–0,55
$Ca^{2+}$ (%)	1,2–1,8	1,0–1,5	1,1–1,7
$Mg^{2+}$ (%)	0,4–0,7	0,3–0,6	0,35–0,65
Плотность почвы (г/см <sup>3</sup> )	1,45–1,55	1,4–1,52	1,46–1,55

Таблица 2

*Водопроницаемость и структура почв*

Кесте 2

*Топырақтың су өткізгіштігі және құрылымы*

Table 2

*Soil Permeability and Structure*

Показатель	Кызылординская область	Жамбылская область	Туркестанская область
Водопроницаемость (см/ч)	0,1–0,2	0,12–0,18	0,08–0,15
Структура почвы	Уплотненные горизонты, местами трещиноватые	Разрушенная структура, эрозионные борозды	Сильно уплотненные верхние горизонты
Основной фактор деградации	Засоление, уплотнение	Ветровая эрозия, перегрузка пастбищ	Техногенная деградация, выработка

и перегрузкой пастбищ; применение биорекультивации способствовало увеличению содержания органического вещества и повышению устойчивости растительного покрова. В Туркестанской области на выработанных промышленных участках водопроницаемость достигала минимальных значений 0,08–0,15 см/ч, что отражает высокую техногенную нагрузку и уплотнение. Комбинация ландшафтной и биомелиоративной рекультивации оказалась наиболее эффективной для стабилизации структуры и восстановления водного режима. Данные показатели подтверждают критическую роль деградации структуры почв в снижении водопроницаемости и необходимости комплексной рекультивации.

Степень деградации земель варьирует в зависимости от региона и типа земель. В Кызылординской области засоление орошаемых земель затронуло 40–50% площади, что является доминирующим фактором деградации; эрозийные процессы имеют умеренный характер, однако уплотнение почв препятствует естественной регенерации растительного покрова. В Жамбылской области пастбища и сенокосные угодья подвержены ветровой

эрозии и перегрузке скота (25–30%), при этом засоление выражено слабо, однако локальные очаги деградации могут прогрессировать без мер рекультивации. В Туркестанской области техногенные нарушения на выработанных промышленных участках составляют 10–15%, сопровождаясь изменением рельефа и разрушением верхнего плодородного слоя. Эти данные свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к рекультивации с учетом преобладающего фактора деградации в каждой области.

Комплексная оценка методов рекультивации показала, что биомелиорация с использованием местных и адаптированных видов растений является наиболее эффективной во всех областях. В Кызылординской области биомелиорация обеспечила увеличение водопроницаемости и улучшение структуры почвы на 15–20%. В Жамбылской области рост органического вещества составил 10–15%, что способствовало восстановлению растительного покрова. В Туркестанской области восстановление растительности достигло 20–25% площади выработанных участков. Механическая рекультивация,

### *Степень деградации земель*

### *Жерлердің деградация дәрежесі*

### *Degree of Land Degradation*

*Таблица 3*

*Кесте 3*

*Table 3*

Параметр	Кызылординская область	Жамбылская область	Туркестанская область
Доля деградированных орошаемых земель, %	40–50	10–15	35–40
Доля деградированных пастбищ, %	15–20	25–30	20–25
Доля выработанных промышленных участков, %	5–10	2–5	10–15
Засоление	Среднее, локальное	Низкое, локальное	Среднее, локальное
Эрозия	Умеренная	Высокая ветровая	Умеренная водная и техногенная

*Таблица 4*

### *Эффективность методов рекультивации*

### *Рекультивация әдістерінің тиімділігі*

### *Effectiveness of Reclamation Methods*

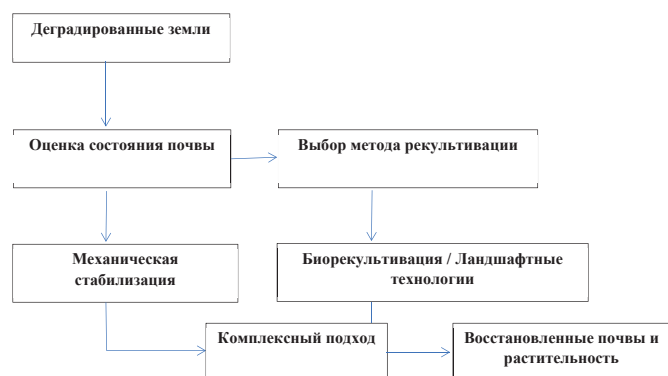
*Кесте 4*

*Table 4*

Метод рекультивации	Кызылординская область	Жамбылская область	Туркестанская область
Биомелиорация (солянка, польнь, люцерна, биопрепараты)	+15-20% улучшение структуры и водопроницаемости	+10-15% увеличение органического вещества	+20-25% восстановление растительного покрова
Механическая рекультивация	Умеренная, краткосрочный эффект	Низкая без озеленения	Низкая без ландшафтной поддержки
Ландшафтная рекультивация (террасы, защитные полосы)	Высокая	Умеренная	Высокая при комбинировании с биомелиорацией

в отсутствие последующего озеленения или биомелиоративных мероприятий, оказалась менее эффективной и дала краткосрочный эффект. Ландшафтная рекультивация проявила наибольшую эффективность при интеграции с биомелиоративными методами, что особенно важно для стабилизации эрозионных процессов и восстановления водного режима на выработанных и орошаемых землях. Данные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода, включающего механические, биологические и ландшафтные методы, для успешного восстановления деградированных земель южного региона Казахстана.

Комплексный геоэкологический подход к рекультивации нарушенных земель включает последовательные этапы – от оценки состояния почв и выбора соответствующих методов рекультивации до реализации механической стабилизации, биорекультивации и ландшафтных технологий. Итогом является восстановление почвенного плодородия и возобновление растительного покрова, что обеспечивает устойчивое функционирование экосистемы (рис. 1).



**Рис. 1. Этапы комплексного геоэкологического подхода к рекультивации нарушенных земель Казахстана.**

**Сурет 1. Қазақстандағы бұзылған жерлерді рекультивациялаудың кешенді геоэкологиялық тәсілінің кезеңдері.**

**Figure 1. Stages of the comprehensive geoeological approach to the reclamation of disturbed lands in Kazakhstan.**

Результаты исследования демонстрируют, что применение комплексного геоэкологического подхода к рекультивации нарушенных земель существенно повышает эффективность восстановления деградированных территорий. Интеграция механических методов стабилизации рельефа, биорекультивации с использованием местных и адаптированных видов растений, а также ландшафтно-агримелиоративных технологий способствует улучшению физико-химических свойств почв, восстановлению растительного покрова, снижению эрозионной активности и стабилизации водного режима. Такой комплексный подход обеспечивает долгосрочную экологическую устойчивость территорий, умень-

шает негативное воздействие антропогенных факторов и способствует сохранению биоразнообразия. Полученные результаты могут служить научной основой для разработки стратегий устойчивого природопользования и планирования природоохранной политики на региональном и национальном уровнях.

**Заключение**

В результате проведенного исследования оценено современное состояние деградированных земель южного региона Казахстана, включая Кызылординскую, Жамбылскую и Туркестанскую области, с учетом природных и техногенных факторов воздействия. Анализ физико-химических, структурных и гидрологических показателей почв выявил высокий уровень деградации: засоление, эрозию, уплотнение и снижение содержания органического вещества, что существенно снижает их продуктивность и устойчивость экосистем.

Полевые наблюдения, лабораторные анализы и геоинформационное моделирование позволили выявить специфические особенности каждого региона: в Кызылординской области доминирует засоление орошаемых земель; в Жамбылской – ветровая эрозия и перегрузка пастбищ; в Туркестанской – техногенные нарушения на выработанных промышленных и карьерных участках. Эти результаты демонстрируют необходимость дифференцированного подхода к рекультивации с учетом преобладающих факторов деградации.

Эффективность рекультивационных мероприятий была подтверждена сравнительным анализом методов: биомелиорация с использованием местных и адаптированных видов растений оказалась наиболее результативной, обеспечивая восстановление структуры почв, повышение водопроницаемости и возобновление растительного покрова. Ландшафтная рекультивация проявила высокую эффективность при интеграции с биомелиоративными и механическими методами, особенно на выработанных и орошаемых землях.

Комплексный геоэкологический подход к рекультивации нарушенных земель, включающий оценку состояния почв, выбор и комбинирование методов рекультивации, позволяет не только улучшить физико-химические и гидрологические свойства почв, но и обеспечить долгосрочную экологическую устойчивость территорий, снизить воздействие антропогенных факторов и способствовать сохранению биоразнообразия.

Полученные результаты создают научную основу для разработки практических рекомендаций по планированию природоохранных мероприятий, восстановлению деградированных земель и стратегий устойчивого природопользования в аридных и полуаридных районах южного Казахстана. Внедрение предложенных мер рекультивации позволит повысить продуктивность земель, стабилизировать экосистемы и улучшить качество среды обитания, что имеет важное значение для социально-экономического и экологического развития региона.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Засоленные и заболоченные (переувлажненные) почвы Казахстана и пути их улучшения / Куришбаев А. [и др.] // *Izdenister Natigeler*. 2024. № 1 (101). С. 103–112 (на русском языке)
2. Эколого-мелиоративное состояние засоленных земель предгорной равнины Алматинской области и проблемы деградации их химического состава при трансформации сельскохозяйственных угодий / Оспанова К. [и др.] // *Izdenister Natigeler*. 2025. № 3 (107). С. 472–479 (на русском языке)
3. Современное мелиоративное состояние орошаемых почв и методика их изучения на примере СПК «Азия Агро Групп» / Сманов Ж.М. [и др.] // *Почвоведение и агрохимия*. 2023. № 1. С. 15–35 (на русском языке)
4. Органическое удобрение повышает рост риса на сильно засоленных и щелочных почвах за счет увеличения бактериального разнообразия почвы / Чжэнкун Ч. [и др.] // *Soil Use and Management*. 2022. Т. 38. № 1. С. 964–977 (на английском языке)
5. Новые тенденции в пиролизе биоугля и стратегиях его модификации: исходное сырье, условия пиролиза, вопросы устойчивого развития и последствия для использования в качестве почвенного мелиоранта / Ван Л. [и др.] // *Soil Use and Management*. 2020. Т. 36. № 3. С. 358–386 (на английском языке)
6. Влияние степени засоленности почв и биопрепарата на продуктивность кукурузы на орошаемом массиве Шаулдер / Пошанов М.Н. [и др.] // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2022. Т. 22. № 1. С. 58–67 (на английском языке)
7. Цешковская Е.А. Геоэкологические аспекты реабилитации нарушенных горнодобывающей промышленностью земель (на примере Карагандинской области Республики Казахстан): дисс. ... на соискание ученой степени канд. геогр. наук: Калининград, 2023. 182 с. (на русском языке)
8. Абдирахымов Н.А., Калдыбаев С., Мамбетова Л.М. Оценка деградированных пастбищ бурых почв полупустынной зоны Казахстана // *Почвоведение и агрохимия*. 2020. № 4. С. 36–48 (на казахском языке)
9. Влияние степени засоления почв и применения биопрепарата на продуктивность кукурузы / Пошанов М.Н. [и др.] // *Почвоведение и агрохимия*. 2021. № 1. С. 44–56 (на русском языке)
10. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан: Комитет МСХ РК по управлению земельными ресурсами, Астана, 2017, 180 с. (на русском языке)
11. Чекалин С.Г., Зимхан Б.А. Способы восстановления плодородия почвы на нарушенных землях // *Известия ОГАУ*. 2019. № 2 (76). С. 11–16. (на русском языке)
12. Полуэктов Е.В., Сухомлинова Н.Б. Анализ эффективности почвозащитных приемов и мероприятий по их стокорегулирующей способности // *Мелиорация и гидротехника*. 2022. Т. 12. № 1. С. 99–118 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстанның тұзданған және батпақтанған (шамадан тыс ылғалданған) топырақтары және оларды жақсарту жолдары / Куришбаев А. [және т. б.] // *Izdenister Natigeler*. 2024. № 1 (101). Б. 103–112 (орыс тілінде)
2. Оспанова К., Омарбекова А., Наушабаев А., Рсымбетов Б., Серикбаева Г. Алматы облысының тау етегіндегі жазық аймақтағы тұзданған жерлердің экологиялық-мелиоративтік жай-күйі және ауыл шаруашылығы алқаптарын трансформациялау кезінде олардың химиялық құрамының деградациясы мәселелері / Оспанова К. [және т. б.] // *Izdenister Natigeler*. 2025. № 3 (107). Б. 472–479 (орыс тілінде)
3. «Азия Агро Групп» ӨК мысалында суармалы топырақтардың қазіргі мелиоративтік жағдайы және оларды зерттеу әдістемесі / Сманов Ж.М. [және т. б.] // *Топырақтану және агрохимия*. 2023. № 1. Б. 15–35 (орыс тілінде)
4. Органикалық тыңайтқыштың күшті тұзданған-сілтілі топырақта күріштің өсуін топырақтағы бактериялық әртүрлілікті арттыру арқылы жақсартуы / Чжэнкун Ч. [және т. б.] // *Soil Use and Management*. 2022. Т. 38 (1). Б. 964–977 (ағылшын тілінде)
5. Биокөмір пиролизі мен модификациясының жаңа үрдістері: шикізат, пиролиз шарттары, тұрақтылық мәселелері және топырақ мелиорациясындағы маңызы / Ван Л. [және т. б.] // *Soil Use and Management*. 2020. № 36 (3). Б. 358–386 (ағылшын тілінде)
6. Шәуілдір суармалы алқабында топырақтың тұздану дәрежесі мен биопрепараттың жүгері өнімділігіне әсері / Пошанов М.Н. [және т. б.] // *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2022. № 22 (1). Б. 58–67 (ағылшын тілінде)
7. Цешковская Е.А. Тау-кен өнеркәсібі бұзған жерлерді қалпына келтірудің геоэкологиялық аспектілері (Қазақстан Республикасының Карағанды облысы мысалында): геогр. ғылым. канд. ғылыми дәрежесін алу үшін жазылған диссертация: Калининград, 2023. 182 б. (орыс тілінде)
8. Абдирахымов Н.А., Калдыбаев С., Мамбетова Л.М. Қазақстанның шөлейт аймағындағы қоңыр топырақты деградацияға ұшыраған жайылымдарды бағалау // *Топырақтану және агрохимия*. 2020. № 4. Б. 36–48 (қазақ тілінде)

9. Топырақтың тұздану дәрежесі мен биопрепарат қолданудың жүгері өнімділігіне әсері / Пошанов М.Н. [және т. б.] // Топырақтану және агрохимия. 2021. № 1. Б. 44–56 (орыс тілінде)
10. Қазақстан Республикасының жер ресурстарын басқару жөніндегі АШМ комитеті: Қазақстан Республикасындағы жерлердің жай-күйі мен пайдаланылуы туралы жиынтық аналитикалық есеп, Астана, 2017. 180 б. (орыс тілінде)
11. Чекалин С.Г., Зимхан Б.А. Бүлінген жерлерде топырақ құнарлылығын қалпына келтіру әдістері // ОГАУ хабаршысы. 2019. № 2 (76). Б. 11–16 (орыс тілінде)
12. Полуэктов Е.В., Сухомлинова Н.Б. Топырақты қорғау тәсілдері мен іс-шараларының ағынды реттеу тиімділігін талдау // Мелиорация және гидротехника. 2022. Т. 12. № 1. Б. 99–118 (орыс тілінде)

## REFERENCES

1. Zasolennyye i zabolochennyye (pereuvlazhnennyye) pochvy Kazakhstana i puti ikh uluchsheniya [Saline and waterlogged (over-moistened) soils of Kazakhstan and ways of their improvement], Kurishbayev A. [et al.], Izdenister Natigeler [Izdenister Natigeler]. 2024. No. 1 (101). 103–112 pp. (in Russian)
2. Ekologo-meliorativnoe sostoyanie zasolennykh zemel' predgornoi ravniny Almatinskoi oblasti i problemy degradatsii ikh khimicheskogo sostava pri transformatsii sel'skokhozyaistvennykh ugodii [Ecological and reclamation status of saline lands of the piedmont plain of Almaty region and problems of chemical composition degradation during transformation of agricultural lands], Ospanova K. [et al.], Izdenister Natigeler [Izdenister Natigeler]. 2025. No. 3 (107). 472–479 pp. (in Russian)
3. Sovremennoe meliorativnoe sostoyanie oroshaemykh pochv i metodika ikh izucheniya na primere SPK «Aziya Agro Grupp» [Current reclamation status of irrigated soils and methods of their study on the example of the APC «Asia Agro Group»], Smanov Zh.M. [et al.], Pochvovedenie i agrokhimiya [Soil Science and Agrochemistry]. 2023. No. 1. 15–35 pp. (in Russian)
4. Organic fertilizer enhances rice growth in severe saline-alkali soil by increasing soil bacterial diversity / Zhengkun Z. [et al.] // Soil Use and Management. 2022. V. 38 (1). 964–977 pp. (in English)
5. New trends in biochar pyrolysis and modification strategies: feedstock, pyrolysis conditions, sustainability concerns and implications for soil amendment / Wang L. [et al.] // Soil Use and Management. 2020. V. 36 (3). 358–386 pp. (in English)
6. The effects of the degree of soil salinity and bio-preparation on maize productivity in the Shoulder irrigated massif / Poshanov M.N. [et al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. 2022. V. 22 (1). 58–67 pp. (in English)
7. Tsheshkovskaya E.A. Geoekologicheskie aspekty reabilitatsii narushennykh gornodobyvayushchei promyshlennost'yu zemel' (na primere Karagandinskoi oblasti Respubliki Kazakhstan) [Geo-ecological aspects of rehabilitation of lands disturbed by mining industry (case study of Karaganda region, Republic of Kazakhstan)], diss. ... na soiskanie uchenoi stepeni kand. geogr. nauk [Ph.D dissertation (Geographical Sciences)]. Kaliningrad, 2023. 182 p. (in Russian)
8. Abdirakhymov N.A., Kaldybayev S., Mambetova L.M. Assessment of degraded pastures of brown soils in the semi-desert zone of Kazakhstan // Soil Science and Agrochemistry. 2020. No. 4. 36–48 pp. (in Kazakh)
9. Vliyanie stepeni zasoleniya pochv i primeneniya biopreparata na produktivnost' kukuruzy [Influence of soil salinity degree and application of bio-preparation on maize productivity], Poshanov M.N. [et al.], Pochvovedenie i agrokhimiya [Soil Science and Agrochemistry]. 2021. No. 1. 44–56 pp. (in Russian)
10. Svodnyi analiticheskii otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan: Komitet MSKh RK po upravleniyu zemel'nymi resursami [Committee for Land Resources Management of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan: Consolidated analytical report on the state and use of lands of the Republic of Kazakhstan], Astana, 2017, 180 p. (in Russian)
11. Chekalin S.G., Zimkhan B.A. Sposoby vosstanovleniya plodorodiya pochvy na narushennykh zemlyakh [Methods for restoring soil fertility on disturbed lands], Izvestiya OGAU [Bulletin of Orenburg State Agrarian University]. 2019. No. 2 (76). 11–16 pp. (in Russian)
12. Poluektov E.V., Sukhomlinova N.B. Analiz effektivnosti pochvozashchitnykh priemov i meropriyatii po ikh stokoreguliruyushchei sposobnosti [Analysis of the effectiveness of soil-protection practices and measures in terms of their runoff-regulating capacity], Melioratsiya i gidrotekhnika [Reclamation and Hydraulic Engineering]. 2022. V. 12. No. 1. 99–118 pp. (in Russian)

## Сведения об авторах:

Сунакбаева Д.К., к.т.н., Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави (г. Туркестан, Казахстан), dilara.sunakbayeva@ayu.edu.kz; <https://orcid.org/0009-0006-3727-4891>

## Авторлар туралы мәліметтер:

Сунакбаева Д.К., т.ғ.к., Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Түркістан қ., Қазақстан)

## Information about the authors:

Sunakbaeva D.K., candidate of technical sciences, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Turkestan, Kazakhstan)