

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2025-2-53-63.20>

МРНТИ 39.19.31

УДК 911.52; 911.6; 912.43

**А. А. Токбергенова¹, Т. А. Басова², А. А. Кудерин^{*3},
А. Н. Муссагалиева⁴, Б. Билялов⁵, Б. К. Акмолдаева⁶**

¹ К. г. н., доцент, заведующая кафедрой географии, землеустройства и кадастра (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; aigul.tokbergenova@kaznu.edu.kz)

² К. б. н., главный научный сотрудник
(АО «Институт географии и водной безопасности», Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; tbassova@mail.ru)

³ *PhD, руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования
(АО «Институт географии и водной безопасности», Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; kuderin@list.ru)

⁴ PhD, доцент кафедры географии, землеустройства и кадастра (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; aizhan.mussagaliyeva@kaznu.edu.kz)

⁵ Докторант кафедры географии, землеустройства и кадастра
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; bilalov.bekzat@mail.ru)

⁶ Докторант кафедры географии, землеустройства и кадастра (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан; b.akmoldaeva2016@gmail.com)

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. Представлены результаты оценки ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона, которая проведена на основе полевых исследований и данных ДЗЗ (2023-2025 гг.). Разработана карта ландшафтно-экологического состояния региона в масштабе 1:1 500 000. Картографический анализ экологической ситуации региона показал, что наибольшие площади занимают ландшафты удовлетворительного экологического состояния (57,8 % площади региона), которые имеются во всех выделенных природных комплексах, где преобладающими видами антропогенного воздействия являются пастбищный, агрогенный, агропромышленный и водохозяйственный. Природные комплексы благоприятного и относительно благоприятного экологического состояния занимают 32,8 % площади региона и приурочены к полупустынным и пустынным районам, подверженным воздействию пастбищного животноводства. Напряженное и кризисное экологическое состояние ландшафтов наблюдается на 9,4 % территории региона и характеризуется значительными нарушениями внутриландшафтных связей и значительными потерями природно-ресурсного потенциала. Сказанное относится к районам добычи нефти и газа.

Ключевые слова: картирование, природные комплексы, антропогенное воздействие, ландшафтно-экологическое состояние.

Введение. Современное ландшафтно-экологическое состояние Западно-Казахстанского региона формируется под влиянием природных и антропогенных факторов. Территория региона в течение нескольких веков была подвержена сельскохозяйственному, в частности пастбищному, воздействию. В последние десятилетия регион испытывает значительные техногенные и линейно-техногенные воздействия вследствие добычи и транспортировки углеводородного сырья. Нарастание объемов добычи нефти и газа в регионе повлекло за собой интенсивное загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, снижение видового биоразнообразия и т.д. Исследования по экологическому состоянию ландшафтов Западного Казахстана проводились Институтом географии и водной безопасности в 2007-2010 годах в рамках проекта «Исследование экологического состояния приграничных районов Атырауской, Мангистауской, Западно-Казахстанской и Актыобинской областей Казахстана для решения проблем трансграничного характера» [1].

Комплексные исследования ландшафтно-экологического состояния Западного региона Казахстана проведены в 2023-2025 годах Казахским национальным университетом им. аль-Фараби

в рамках программы «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии». В результате полевых исследований и на основе данных ДЗЗ в рамках этой программы установлено, что наиболее значимыми экологическими проблемами Западно-Казахстанского региона являются [2-8]:

- 1) деградация почвенно-растительного покрова и потеря природно-ресурсного потенциала;
- 2) нарушение гидрологического режима, загрязнение поверхностных и подземных вод;
- 3) промышленное освоение территории (загрязнение атмосферного воздуха, почв, потеря биоразнообразия и др.);
- 4) хранение и утилизация промышленных и бытовых отходов.

Цель исследования – разработка карты ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона в масштабе 1:1 500 000.

Материалы и методы исследования. Картографирование ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона в масштабе 1:1 500 000 осуществлялось на государственной топографической основе с использованием разновременных космических снимков в соответствии с общепринятыми методами полевого картирования и применения значительного объема разноплановых информационных источников и научных отчетов: тематических карт и картосхем; научных и производственных отчетов; фондовых и статистических данных областных и районных акиматов Западно-Казахстанского региона за 2020-2025 годы; данных Научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга РК [9-17], результатов исследования по программе «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии», подпрограмм 1-6 за 2024-2025 годы [2-8].

Методической основой исследования стал комплекс системного, нормативно-правового и ландшафтно-экологического подходов с использованием данных ДЗЗ и современных ГИС-технологий, включающих сочетание ведущих принципов и методов ландшафтоведения, сельского хозяйства, экологии, землепользования и землеустройства и др. Картографический метод является главным методом изучения. Для создания геоинформационной базы данных исследования и обработки данных ДЗЗ использованы прикладные программы QGIS, ArcGIS, Supermap, ENVI и др.

В методическом плане основной сложностью определения ландшафтно-экологического состояния региона исследования является несопоставимость оценочных показателей по единицам измерения, так как одни носят количественные, а другие – качественные характеристики. Наиболее информативным является количественный интегральный подход, основанный на методах ранжирования отдельных показателей по уровню их экологического состояния [18-26], с последующим их суммированием на основе использования метода «взвешенных» баллов [27], позволяющий увязать разнокачественные показатели и провести их сравнительный анализ. Этот подход позволил осуществить интегральную оценку ландшафтно-экологического состояния природных комплексов региона по выделенным показателям.

Важным моментом при картографической оценке ландшафтно-экологического состояния региона стал выбор оптимального числа показателей, которые наиболее полно характеризуют экологическое состояние видов ландшафтов при комплексном воздействии природно-антропогенных факторов. В связи с этим выбранный комплекс показателей сгруппирован нами в три экологически значимые оценочные группы [1, 28]:

1. Природные условия и свойства природной среды, определяющие экологическое состояние региона, которые включают:

- климатические показатели, которые оценивались через соотношение тепла и влаги (гидротермический коэффициент) в определенных видах ландшафтов;
- орографические особенности территории, которые оценивались через показатели типа рельефа и степени его расчленения;
- гидролого-гидрогеологическое состояние ПТК определялось по плотности речной сети (км на км²), наличию подземных водных источников и водообеспеченности населения и отраслей промышленности и сельского хозяйства;
- почвенные показатели находились по классам бонитета преобладающих почв, характеризующих их природно-ресурсный потенциал;

– наличие и площади проявления опасных природных процессов оценивались на основании полевых исследований и анализа космических снимков и тематических карт.

2. Виды и степень антропогенного воздействия на природные комплексы, которые формируют экологическую составляющую региона, подразделяются на:

– сельскохозяйственное и агропромышленное воздействия, которые проявляются в степени распаханности территории (% от общей площади сельхозугодий); степени и характере проявления ирригационного воздействия (% от общей площади сельхозугодий); нагрузке скота на пастбища (количество голов на 100 га пастбищ с учетом природных зон); наличии животноводческих и птицеводческих предприятий (количество на единицу площади); наличия скотомогильников и использования пестицидов; в лесохозяйственном воздействии (вырубка и выкорчевка древесно-кустарниковой растительности);

– промышленно-техногенное, селитебное и линейно-дорожное виды воздействия включают такие параметры, как степень нарушенности территории вследствие развития перерабатывающей и добывающей промышленности (разработка месторождений полезных ископаемых, карьеров, рудников на 1000 км²); наличие хвостохранилищ, мест расположения промышленных отходов, в том числе радиоактивных; количество населенных пунктов и плотность населения на 1000 км², особенности инфраструктуры населенных пунктов; протяженность и плотность автомобильных дорог и трубопроводов [1];

– водохозяйственный вид воздействия учитывает такие показатели, как нарушение гидрологического режима рек и снижение водности вследствие безвозвратного изъятия воды на промышленно-сельскохозяйственные нужды; обмеление озер, в том числе Аральского моря; снижение уровня Каспийского моря; истощение запасов хозяйственно-питьевых вод и ухудшение условий обводнения пастбищ и сенокосов.

3. Последствия и факторы антропогенного воздействия, обуславливающие современное экологическое состояние региона, включают такие показатели, как загрязнение компонентов природной среды (поверхностные и подземные воды, почвенный покров, атмосферный воздух) вследствие воздействия промышленных и агропромышленных комплексов; потеря почвенного плодородия и снижение биологического и ландшафтного разнообразия; увеличение заболеваемости населения вследствие ухудшения экологии; масштаб и направленность проявления антропогенно обусловленных процессов и явлений (вторичное засоление, водная и ветровая эрозии, заболачивание и подтопление) [21, 24, 26].

Из перечисленных показателей для оценки экологического состояния природных комплексов Западно-Казахстанского региона нами выделены 20 параметров, которые оценивались в баллах по пятибалльной оценочной шкале. Самый низкий балл присваивался территориям с благоприятным экологическим состоянием, а самый высокий – территориям с напряженным и кризисным. Для каждого оценочного показателя разработана количественная шкала, по которой проводилось ранжирование ландшафтов по степени экологического состояния. Разработаны показатели, критерии оценки и их ранжирование по степени экологического состояния природных комплексов. Общая степень экологического состояния региона является кумулятивным показателем всех составляющих и рассчитывается как [1]:

$$K_{\text{лэс}} = \Pi_{\text{пу}(1+2+\dots+n)} + \dots + \Pi_{\text{в.ав}(1+2+\dots+n)} + \dots + \Pi_{\text{пфав}(1+2+\dots+n)} + \dots,$$

где $K_{\text{лэс}}$ – общее ландшафтно-экологическое состояние; $\Pi_{\text{пу}}$ – природные условия и свойства природной среды; $1+2+\dots+n$ – число параметров оценки рассматриваемых природных условий и свойств природной среды; $\Pi_{\text{в.ав}}$ – степень и вид антропогенного воздействия; $1+2+\dots+n$ – число параметров оценки различных видов антропогенного воздействия; $\Pi_{\text{пфав}}$ – последствия и факторы антропогенного воздействия; $1+2+\dots+n$ – число параметров оценки загрязнения и наличия антропогенно обусловленных процессов в ландшафтах.

По степени остроты экологического состояния природных комплексов региона исследования выделено пять степеней: благоприятное, относительно благоприятное, удовлетворительное, напряженное и кризисное, которым соответственно присвоен балл от одного (благоприятное) до пяти (кризисное) и по сумме наиболее информативных параметров воздействия выведены пределы значений в баллах для каждой степени экологического состояния ландшафтов (таблица 1).

Таблица 1 – Количественная шкала экологического состояния ландшафтов (в баллах)

Table 1 – Quantitative scale of ecological state of landscapes (in points)

Ландшафтно-экологическое состояние территории	Сумма в баллах
1. Благоприятное	<25
2. Относительно благоприятное	25-40
3. Удовлетворительное	41-60
4. Напряженное	61-80
5. Критическое	>80

Благоприятное экологическое состояние индицирует ландшафтно-экологические условия региона исследования, приближенные к фоновым; *относительно благоприятное* проявляется в незначительном изменении ландшафтно-экологических параметров и сохранении природно-ресурсного и экологического равновесия в природно-территориальных комплексах (ПТК).

При *удовлетворительном экологическом состоянии* в отдельных составляющих ПТК отмечаются негативные тенденции изменений, которые носят обратимый характер и при снижении антропогенного воздействия возвращаются в исходное состояние.

При *напряженном экологическом состоянии* возникают значительные изменения в ландшафтах региона, происходит быстрое нарастание угрозы потери природно-экологического потенциала, которое может быть приостановлено при минимизации антропогенного воздействия и проведении природоохранных мероприятий.

При *кризисном экологическом состоянии* в ландшафтах возникают глубокие, часто необратимые изменения, почти полная утрата природно-ресурсного потенциала, резкое ухудшение экологических условий проживания и состояния здоровья населения. Приостановление ухудшения экологической ситуации возможно при кардинальной перестройке системы природопользования и значительных финансовых вложениях.

Результаты и их обсуждение. Западно-Казахстанский регион (Мангистауская, Атырауская, Актыубинская и Западно-Казахстанская области), включающий в себя разнообразные природные ландшафты, сталкивается с рядом сложных ландшафтно-экологических проблем, которые в совокупности приводят к деградации экосистем и утрате природно-ресурсного потенциала территории. Оценка экологического состояния региона позволила ранжировать территории по степени экологической напряженности и разработать карту «Ландшафтно-экологическое состояние Западно-Казахстанского региона» масштаба 1:1 500 000. Основой для создания карты послужила ландшафтная карта, отображающая структуру территории как совокупности природных и природно-антропогенных ландшафтов.

Экологическое состояние природных комплексов на карте отражено в границах доминирующих ландшафтов; степень экологического состояния показана цветом. Цифрами (в числителе) в пределах ландшафтных выделов отмечены экологические проблемы, ранжированные по мере их значимости и определяющие экологическое состояние видов ландшафтов, а в знаменателе буквенными индексами показаны виды антропогенного воздействия.

Карта «Ландшафтно-экологическое состояние Западно-Казахстанского региона» сопровождается матричной легендой, в которой указаны преобладающие группы видов ландшафтов и осуществлено их ранжирование по степени экологической напряженности и видам антропогенного воздействия (рисунок 1).

Значительная протяженность Западно-Казахстанского региона (ЗКР) с севера на юг и с запада на восток, обуславливающая наличие широкого спектра природно-климатических зон, геоморфологических условий и большого разнообразия полезных ископаемых, предопределила широкий спектр хозяйственного использования природных комплексов и, как следствие, изменение экологических условий. Картографический анализ современной экологической ситуации позволил установить, что наибольшие площади занимают ландшафты удовлетворительного экологического состояния (57,8 % площади региона), представленные во всех выделенных природных комплексах. Преобладающими видами воздействия являются пастбищный, агрогенный, агропромышленный и водохозяйственный (рисунок 2).

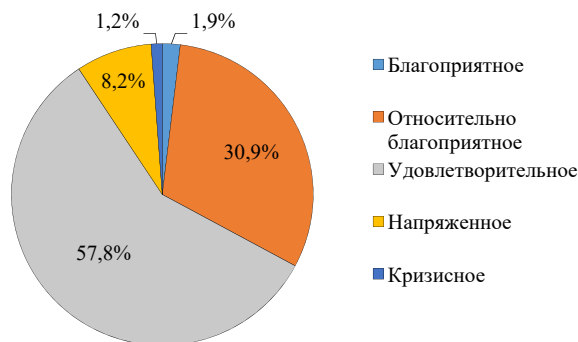


Рисунок 1 – Ранжирование ландшафтов Западно-Казахстанского региона по степени экологической напряженности, %

Figure 1 – Ranking of landscapes of the West Kazakhstan region by degree of environmental stress, %

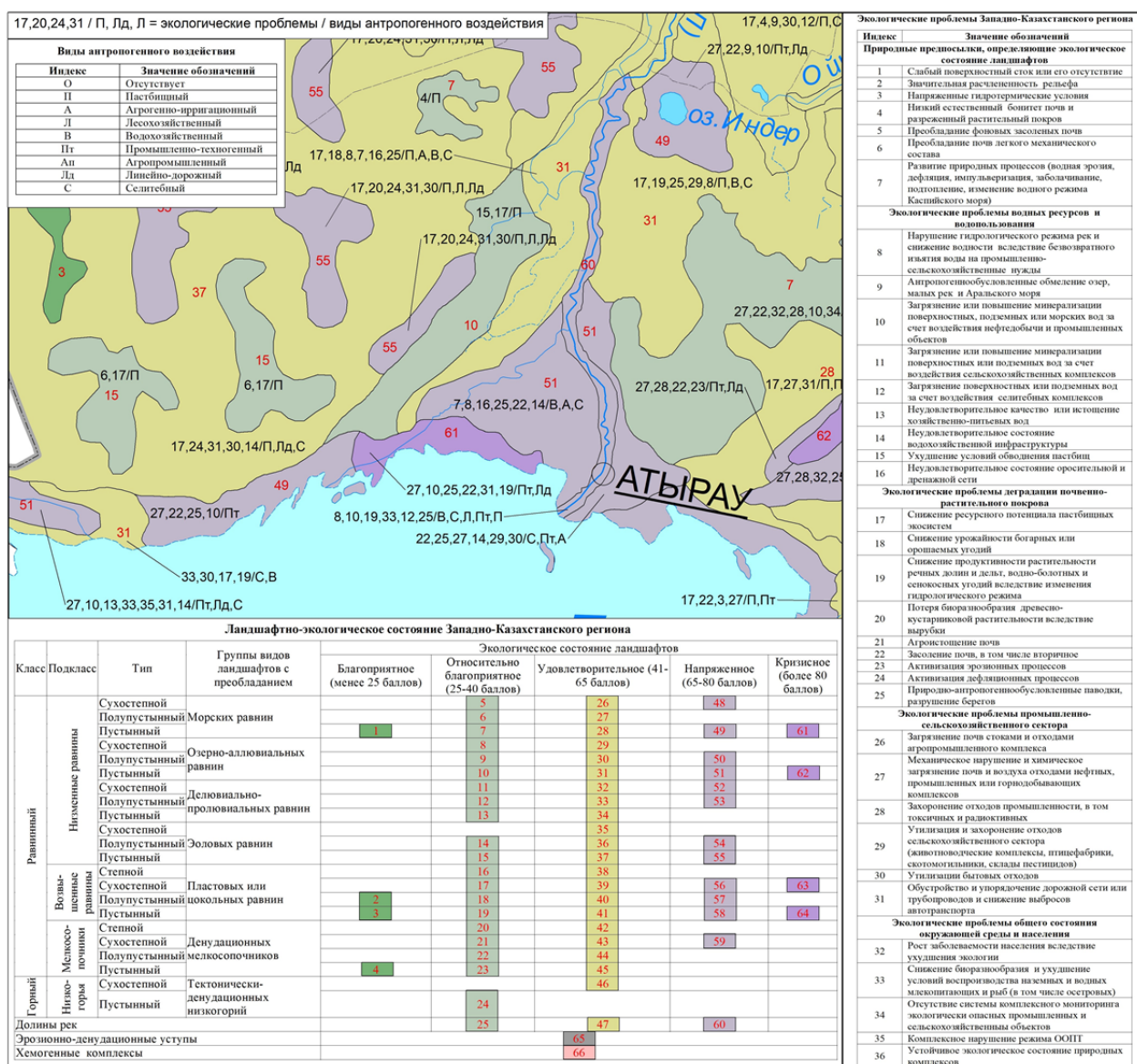


Рисунок 2 – Фрагмент карты ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона

Figure 2 – Fragment of the map of landscape-ecological state of the West Kazakhstan region

Природные комплексы благоприятного и относительно благоприятного экологического состояния занимают 32,8 % площади региона и приурочены в основном к полупустынным и пустынным районам, подверженным воздействию пастбищного животноводства. Напряженное и кризисное экологическое состояние ландшафтов представлено на 9,4 % территории и характеризуется значительными нарушениями в структуре и внутриландшафтных связях, значительными потерями природно-ресурсного потенциала в природно-хозяйственных системах, главным образом вовлечённых в промышленно-добывающее производство, и на территориях, подверженных значительному водохозяйственному воздействию.

Анализ экологического состояния природных комплексов в разрезе их принадлежности к определенным подклассам и определенным группам ландшафтов демонстрирует различную направленность их экологического состояния (рисунок 3, таблица 2).

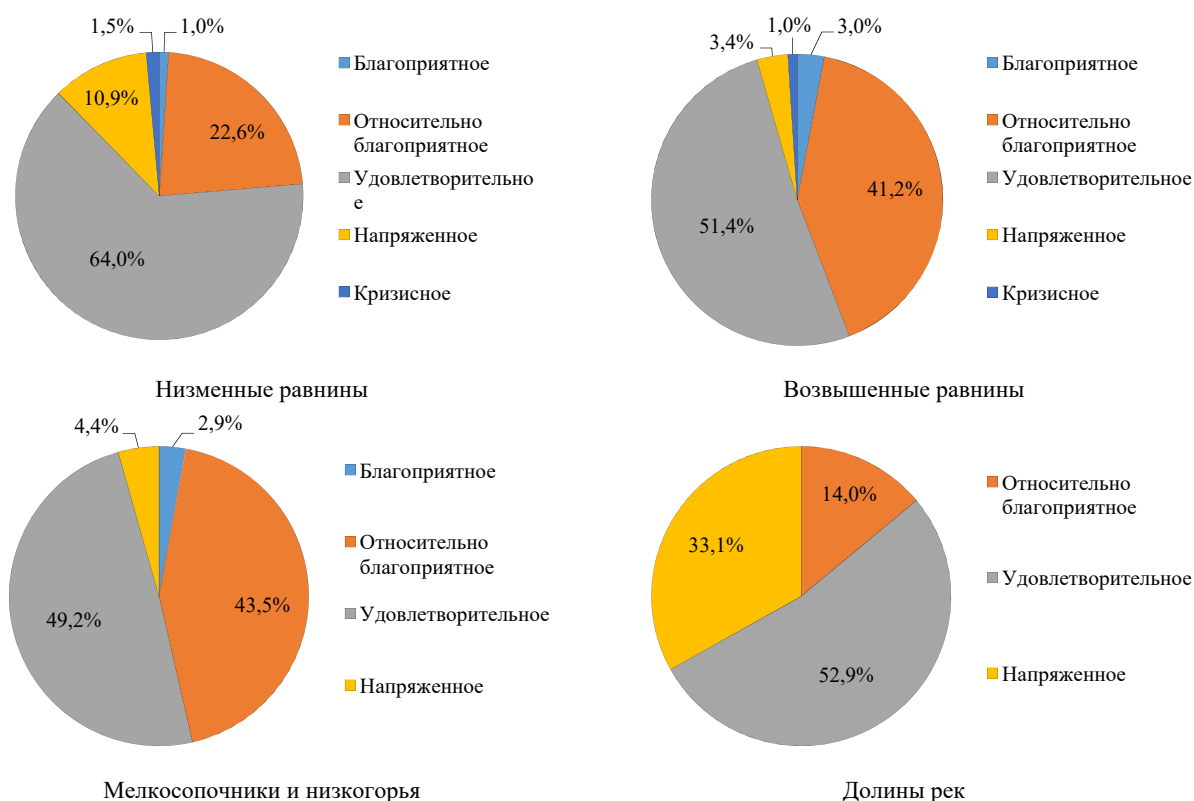


Рисунок 3 – Ранжирование ландшафтов Западно-Казахстанского региона по степени экологического состояния в зависимости от их принадлежности к определенным подклассам, %

Figure 3 – Ranking of landscapes in the West Kazakhstan region by ecological condition depending on their belonging to certain subclasses, %

Таблица 2 – Ранжирование групп видов ландшафтов Западно-Казахстанского региона по степени экологического состояния, км²

Table 2 – Ranking of groups of landscape types in the West Kazakhstan region by degree of ecological condition, km²

Группы видов ландшафтов с преобладанием	Экологическое состояние ландшафтов				
	Благоприятное	Относительно благоприятное	Удовлетворительное	Напряженное	Кризисное
Морских равнин	3732	43515	81317	14214	4705
Озерно-аллювиальных равнин		19334	57805	11290	488
Делювиально-пролювиальных равнин		12133	27179	3309	
Эоловых равнин		11587	62270	10087	
Пластовых или цокольных равнин	8961	122873	153340	10187	3051
Денудационных мелкосопочников	601	7942	9357	918	
Тектонически-денудационных низкогорий		1180	950		
Долины рек		2883	10915	6835	

На низменных равнинах Западно-Казахстанского региона наибольшие площади занимают ландшафты морских, озерно-аллювиальных и делювиально-пролювиальных равнин, среди которых 28,2 % их площади характеризуются благоприятным и относительно благоприятным экологическим состоянием, 59,6 % – удовлетворительным и 12,2 % – напряженным и кризисным экологическим состоянием.

У ПТК возвышенных равнин, представленных пластовыми и цокольными равнинами, преобладает удовлетворительное (51,4 % их площади) и относительно благоприятное экологическое состояние (41,2 % их площади). Природные комплексы напряженного и кризисного экологического состояния занимают 4,4 % площади возвышенных равнин.

Относительно благоприятное и удовлетворительное экологическое состояние преобладает в ландшафтах низменных и возвышенных равнин, используемых в качестве богарной пашни и пастбищ. В сухостепной зоне природные комплексы, несмотря на относительно высокую степень распаханности и повышенную нагрузку скота на пастбищах, функционируют в комфортных природно-климатических условиях. Из экологических проблем для этих ПТК следует выделить потерю почвенного плодородия; нарушение гидрологического режима и загрязнение поверхностных вод; снижение продуктивности богарных угодий и развитие солонцовых процессов. Для селитебных комплексов, характеризующихся удовлетворительным с фрагментами напряженного экологического состояния, наиболее актуальными экологическими проблемами являются напряженное состояние водохозяйственной инфраструктуры; проблемы бытовых отходов и обустройства дорог. Для селитебно-агропромышленных комплексов характерна относительно высокая плотность сельскохозяйственных и животноводческих комплексов, способствующих загрязнению почвенного покрова и поверхностных вод, и местами наличие необустроенных скотомогильников и складов пестицидов [2-5].

На низменных и возвышенных равнинах полупустынной и пустынной зон природными предпосылками ухудшения экологического состояния являются напряженные водно-климатические условия и слабое обводнение сельскохозяйственных угодий или его отсутствие; крайне низкий бонитет почв; ухудшение условий обеспечения населения водой хозяйственно-питьевого назначения; повсеместное развитие процессов импัลверизации. Основной вид воздействия в этих природных условиях – пастбищное животноводство, характеризующееся неравномерной нагрузкой скота на угодья вследствие обострения проблемы обводненности последних, а в непосредственной близости к населенным пунктам – высокая нагрузка скота, ведущая к снижению природно-ресурсного потенциала природных комплексов, развитию эрозионных процессов или процессов засоления. В целом эти комплексы характеризуются относительно благоприятным, а при повышенных нормах нагрузки – удовлетворительным экологическим состоянием.

На низменных равнинах пустынной зоны отдельно рассмотрим золые равнины, которые на 74,2 % их площади характеризуются удовлетворительным экологическим состоянием, обусловленным выпасом и вырубкой древесно-кустарниковой растительности на топливо, а на 12,0 % их площади отмечается напряженное экологическое состояние, проявляющееся в значительной потере природно-ресурсного потенциала, развитии процессов дефляции площадного характера в Рын песках, песках Большие и Малые Барсуки [1, 3, 7].

Напряженное и кризисное экологическое состояние на низменных равнинах представлено в морских и озерно-аллювиальных равнинах (особенно в Атырауской и Мангистауской областях), где значительно развит промышленно добывающий комплекс углеводородного сырья, кумулятивное воздействие которого способствует значительному ухудшению экологического состояния в природных комплексах вдоль побережья Каспийского моря и прилегающих территориях [4].

На возвышенных цокольных и пластовых равнинах сухостепной зоны, подверженных промышленному виду воздействия, напряженное и кризисное экологическое состояние отмечается в пределах промышленного комплекса г.а. (городская администрация) Актобе и территории, прилегающей к р. Елек, а в пустынной зоне – в пределах комплекса нефтегазовых месторождений в районе г.а. Жанаозен и прилегающих территорий (см. рисунок 3, таблицу 2). Из всего многообразия экологических проблем, наиболее значимыми являются механическое нарушение и химическое загрязнение почв и воздуха отходами нефтяных и промышленных комплексов; загрязнение или повышение минерализации поверхностных, подземных или морских вод; увеличение заболеваемости населения вследствие ухудшения экологии; засоление почв, в том числе вторичное; неудовлетворительное качество или истощение хозяйственно-питьевых вод [5, 7, 8].

Природные комплексы мелкосопочников и низкогорий в Западно-Казахстанском регионе на 92,7 % их площади характеризуются относительно благоприятным и удовлетворительным экологическим состоянием, обусловленным пастбищным и незначительно промышленным видами воздействия, которые вызывают развитие эрозионных процессов, снижение продуктивности пастбищных угодий, а в местах промышленных разработок – механическое разрушение и загрязнение почвенного покрова [2, 3, 8].

Долинные комплексы в Западно-Казахстанском регионе характеризуются главным образом удовлетворительным (52,9 % их площади) и напряженным (33,1 %) экологическим состоянием. Напряженная экологическая ситуация отмечается на участках долин рек Жайык, Караозен, Сарыозен, где основными экологическими проблемами являются нарушение гидрологического режима рек и снижение водности вследствие безвозвратного изъятия воды на промышленно-сельскохозяйственные нужды; загрязнение поверхностных вод за счет сельскохозяйственного (орошаемое земледелие и агропромышленные комплексы) и селитебного воздействия; снижение продуктивности растительности речных долин и дельт, водно-болотных и сенокосных угодий вследствие изменения гидрологического режима; засоление почв, в том числе вторичное, и наличие природно-антропогенно обусловленных процессов (подтопление, наводнения и разрушения берегов, засоление и ксерофитизация почвенно-растительного покрова). Напряженное экологическое состояние с фрагментами кризисного отмечается на отдельных участках р. Елек в связи с сильным загрязнением вод бором и хромом, представляющих серьезную угрозу здоровью населения [5].

Таким образом, картографическая оценка ландшафтно-экологического состояния природных комплексов Западного региона Казахстана является одним из подходов к решению проблемы установления региональных экологических проблем в области природопользования, так как основывается на принципе многоцелевого использования территории, предполагает учет воздействия природных и антропогенных факторов и выявление зон экологического напряжения природных комплексов вследствие хозяйственной деятельности.

Заключение. Картографическая оценка ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона, проведенная на основе интегральной оценки экологического состояния составляющих природных комплексов, содержит в себе объективную комплексную информацию о территориальном ранжировании ландшафтов по степени экологической напряженности, с отражением в каждом выделенном ландшафте конкретных экологических проблем, степени их проявления и причин их возникновения.

Результаты исследования могут быть использованы при территориальной организации сбалансированного природопользования Западно-Казахстанского региона, выборе эколого-сберегающих видов хозяйствования и нормирования на природно-территориальных комплексах.

Финансирование. Статья выполнена в рамках программы BR21882122 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии», подпрограммы 6 «Оценка ландшафтно-экологического состояния Западно-Казахстанского региона для обеспечения устойчивого развития» (2023-2025 гг.)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гельдыева Г. В., Басова Т. А., Скоринцева И. Б. и др. Ландшафтно-экологические проблемы природопользования приграничных территорий Республики Казахстан. – Алматы, 2011. – 284 с.
- [2] Оценка природно-ресурсного потенциала как основного фактора развития природно-хозяйственных систем Западно-Казахстанского региона. Раздел. Кормовые ресурсы: отчет о НИР; рук. Н. Х. Сергалев. – Уральск, 2024. – 153 с.
- [3] Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Раздел. Оценка земельных ресурсов: отчет о НИР; рук. Пачикин К. М. – Алматы, 2024. – 173 с.
- [4] Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Подпрограмма № 1. Оценка природно-ресурсного потенциала как основного фактора развития природно-хозяйственных систем Западно-Казахстанского региона. По заданию: Уровень и режим Каспийского моря: отчет о НИР; рук. Сырлыбекқызы С. – 2024. – 204 с.
- [5] Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Подпрограмма № 5. Оценить загрязнение поверхностных и подземных вод ЗКР в контексте устойчивого развития: отчет о НИР; рук. Ақтымбаева А. С. – Алматы: КазНУ, 2024. – 112 с.

- [6] Устойчивое развитие природно-хозяйственных систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Подпрограмма № 2. Оценить биоразнообразие ЗКР в контексте устойчивого развития и зеленого роста: отчет о НИР (промежуточный); рук. Исмагулова А. – Алматы, 2024. – 311 с.
- [7] Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Подпрограмма № 6. Оценить ландшафтно-экологическое состояние ЗКР для обеспечения устойчивого развития: отчет о НИР; рук. Токбергенова А. А. – Алматы: КазНУ, 2024. – 126 с.
- [8] Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии. Подпрограмма № 4. Оценить загрязнение почвы Западно-Казахстанского региона токсичными химическими веществами в результате промышленной деятельности: отчет о НИР; рук. Базарбаева Т. А. – Алматы, 2024. – 139 с.
- [9] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2023 год. Комитет Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. – Астана, 2024. – 337 с.
- [10] Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК. [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400> (дата обращения: 08.04.2025).
- [11] Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Казахстан в 2023 году. – Астана, 2024. – 448 с.
- [12] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2023 год. – Астана, 2024. – 158 с.
- [13] Сборник временных методических указаний по оценке земель Казахской ССР. – Алма-Ата: МСХ КазССР, 1979. – 123 с.
- [14] Приказ министра здравоохранения Республики Казахстан № 26 от 20 февраля 2023 года «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов. [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300000026> (дата обращения: 09.04.2025).
- [15] Приказ министра здравоохранения Республики Казахстан № ҚР ДСМ-70 от 2 августа 2022 года «Гигиенические нормативы к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, на территориях промышленных организаций». [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V22R0000706> (дата обращения: 10.04.2025).
- [16] Методические указания по проведению оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду: утверждены Приказом МООН РК от 29 октября 2010 года № 270-п. – Астана, 2010.
- [17] Приказ министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан № 280 от 30 июля 2021 года «Инструкции по организации и проведению экологической оценки». [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023809> (дата обращения: 12.04.2025).
- [18] Верещака Т. В., Добс А. Р. Методика комплексной картографической оценки экологического состояния территории по интегральным показателям // Геодезия и картография. – 1997. – № 4. – С. 34-39.
- [19] Чибилев А. А., Гулянов Ю. А., Мелешкин Д. С. Оценка ландшафтно-экологической устойчивости земледельческих регионов Урала и Западной Сибири // Юг России: экология, развитие. – 2022. – Т. 17, № 1. – С. 109-118.
- [20] Zhao Y. et al. Construction and restoration of landscape ecological network in urumqi city based on landscape ecological risk assessment // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, No. 13. – С. 8154.
- [21] Краснотарова Б. А., Орлова И. В., Плуталова Т. Г., Шарбарина С. Н. Ландшафтно-экологическая оценка засушливых земель российско-казахстанского приграничья для устойчивого землепользования // Аридные экосистемы. – 2019. – Т. 25, № 3(80). – С. 11-18.
- [22] Кочуров Б. И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). – М.: ИГ РАН, 1997. – 156 с.
- [23] Astuto M. C. et al. In silico methods for environmental risk assessment: Principles, tiered approaches, applications, and future perspectives // In Silico Methods for Predicting Drug Toxicity. – NY: Springer US, 2022. – P. 589-636.
- [24] Liu P. et al. Ecological security assessment based on remote sensing and landscape ecology model // Journal of Sensors. – 2021. – Vol. 2021, No. 1. – P. 6684435.
- [25] Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. – М., 2005. – 350 с.
- [26] Дмитриев В. В., Огурцов А. Н. Подходы к интегральной оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем // Вестн. СПбГУ. Серия 7. Геология. География. – 2012. – Вып. 3. – С. 65-78.
- [27] Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки // Известия АН СССР. Сер. география. – 1987. – № 6. – С. 5-14.
- [28] Национальный атлас Республики Казахстан. Т. 3: Окружающая среда и экология. – Алматы, 2006. – 154 с.

REFERENCES

- [1] Geldyeva G. V., Bassova T. A., Skorintseva I. B. et al. Landscape-ecological problems of nature management of border territories of the Republic of Kazakhstan. Almaty, 2011. 284 p. (in Russ.).
- [2] Assessment of natural-resource potential as the main factor of development of natural-economic systems of the West Kazakhstan region. Section. Feed resources: Research report; scientific supervisor N. H. Sergaliyev. Oral, 2024. 153 p. (in Russ.).
- [3] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Section. Assessment of land resources: Research report; scientific supervisor Pachikin K. M. Almaty, 2024. 173 p. (in Russ.).

- [4] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Subprogramme No. 1. Assessment of natural-resource potential as the main factor of development of natural-economic systems of the West Kazakhstan region. By assignment: Caspian Sea level and regime: Research report; scientific supervisor Syrlybekkyzy S. 2024. 204 p. (in Russ.).
- [5] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Subprogramme No. 5. To assess surface and groundwater pollution in the West Kazakhstan region in the context of sustainable development: Research report; scientific supervisor A. S. Aktymbayeva. Almaty: al-Farabi KazNU, 2024. 112 p. (in Russ.).
- [6] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Subprogramme No. 2. To assess the biodiversity of the West Kazakhstan region in the context of sustainable development and green growth: Research report (interim); scientific supervisor A. Ismagulova. Almaty, 2024. 311 p. (in Russ.).
- [7] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Subprogramme No. 6. To assess the landscape-ecological condition of the West Kazakhstan region to ensure sustainable development: Research report; scientific supervisor Tokbergenova A. A. Almaty: al-Farabi KazNU, 2024. 126 p. (in Russ.).
- [8] Sustainable development of natural-economic and socio-economic systems of the West Kazakhstan region in the context of green growth: complex analysis, concept, forecast assessments and scenarios. Subprogramme No. 4. To assess soil contamination of the West Kazakhstan region by toxic chemicals as a result of industrial activities: Research report; scientific supervisor Bazarbayeva T. A. Almaty, 2024. 139 p. (in Russ.).
- [9] Consolidated analytical report on the condition and use of lands of the Republic of Kazakhstan for 2023. Committee of the Republic of Kazakhstan on Land Resources Management. Astana, 2024. 337 p. (in Russ.).
- [10] Ecological Code of the Republic of Kazakhstan from 2 January 2021 № 400-VI ZRC. [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400> (date of access: 08.04.2025) (in Russ.).
- [11] National report on the state of the environment in the Republic of Kazakhstan in 2023. Astana, 2024. 448 p. (in Russ.).
- [12] Information Bulletin on the State of the Environment of the Republic of Kazakhstan for 2023. Astana, 2024. 158 p. (in Russ.).
- [13] Collection of temporary methodological guidelines for the assessment of lands of the Kazakh SSR. – Alma-Ata: Ministry of Agriculture of the Kazakh SSR, 1979. 123 p. (in Russ.).
- [14] Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan № 26 from 20 February 2023 Sanitary and epidemiological requirements for water sources, places of water intake for household and drinking purposes, household and drinking water supply and places of cultural and domestic water use and safety of water bodies. [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300000026> (date of access: 09.04.2025) (in Russ.).
- [15] Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan № KR DSM-70 from August 2, 2022 ‘Hygienic norms to the atmospheric air in urban and rural settlements, on the territories of industrial organizations. [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V22R0000706> (date of access: 10.04.2025) (in Russ.).
- [16] Methodological guidelines for assessment of the impact of economic activities on the environment: approved by the Order of the Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan dated October 29, 2010 No. 270-p. Astana, 2010 (in Russ.).
- [17] Order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan No. 280 of 30 July 2021 ‘Instructions on the organisation and conduct of environmental assessment’. [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023809> (date of access: 12.04.2025) (in Russ.).
- [18] Vereshchaka T. B., Dobs A. R. Methodology of complex cartographic assessment of the ecological state of the territory by integral indicators // *Geodesy and Cartography*. 1997. No. 4. P. 34–39 (in Russ.).
- [19] Chibilev A. A., Gulyanov Yu. A., Meleshkin D. S. Assessment of landscape-ecological sustainability of agricultural regions of the Urals and Western Siberia // *South of Russia: ecology, development*. 2022. V.17, № 1. P. 109–118 (in Russ.).
- [20] Zhao Y. et al. Construction and restoration of landscape ecological network in urumqi city based on landscape ecological risk assessment // *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 13. P. 8154.
- [21] Krasnoyarskaya B. A., Orlova I. V., Plutalova T. G., Sharabarina S. N. Landscape-ecological assessment of arid lands of the Russian-Kazakh border area for sustainable land use // *Arid Ecosystems*. 2019. Vol. 25, No. 3 (80). P. 11-18 (in Russ.).
- [22] Kochurov B. I. Geography of ecological situations (ecodiagnoses of territories). M.: Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 1997. 156 p. (in Russ.).
- [23] Astuto M. C. et al. In silico methods for environmental risk assessment: Principles, tiered approaches, applications, and future perspectives // *In Silico Methods for Predicting Drug Toxicity*. NY: Springer US, 2022. P. 589-636.
- [24] Liu P. et al. Ecological security assessment based on remote sensing and landscape ecology model // *Journal of Sensors*. 2021. Vol. 2021, No. 1. P. 6684435.
- [25] Trifonova T. A., Mishchenko N. V., Krasnoshchekov A. N. Geoinformation systems and remote sensing in environmental studies. M., 2005. 350 p. (in Russ.).
- [26] Dmitriyev V. V., Ogurtsov A. N. Approaches to integral assessment and GIS-mapping of sustainability and environmental well-being of geosystems. // *Herald of St. Petersburg University. Series 7. Geology. Geography*. 2012. Vol. 3. P. 65-78 (in Russ.).
- [27] Grodzinsky M. D. Stability of geosystems: theoretical approach to the analysis and methods of quantitative assessment // Publisher: «Izvestia» by Russian Academy of Sciences. Geography. 1987. No. 6. P. 5-14 (in Russ.).
- [28] National Atlas of the Republic of Kazakhstan. Vol. 3: Environment and Ecology. Almaty, 2006. 154 p. (in Russ.).

А. А. Тоқбергенова¹, Т. А. Басова², А. А. Кудерин^{3*}, А. Н. Муссағалиева⁴, Б. Біләлов⁵, Б. К. Ақмолдаева⁶

¹ Г. ғ. к., доцент, география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының меңгерушісі
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; aigul.tokbergenova@kaznu.edu.kz)

² Б. ғ. к., бас ғылыми қызметкер
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; tbassova@mail.ru)

^{3*} PhD, Ландшафттану және табиғатты пайдалану мәселелері зертханасының меңгерушісі
(«География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; kuderin@list.ru)

⁴ PhD, география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының доценті
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; aizhan.mussagaliyeva@kaznu.edu.kz)

⁵ География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының докторанты
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; bilalov.bekzat@mail.ru)

⁶ География, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының докторанты
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; b.akhmoldaeva2016@gmail.com)

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН Өңірінің ландшафттық-экологиялық жағдайын картографиялық бағалау

Аннотация. Мақалада далалық зерттеулер мен қашықтықтан зондтау деректері негізінде жүргізілген Батыс Қазақстан облысының ландшафты-экологиялық жағдайын бағалау нәтижелері берілген (2023-2025 жж.). Облыстың ландшафттық-экологиялық жағдайының картасы 1:1500000 масштабта жасалды. Аймақтың экологиялық жағдайына картографиялық талдау жүргізу көрсеткендей, ең үлкен аумақтарды қанағаттанарлық экологиялық жағдайдағы ландшафттар (облыс ауданының 57,8%) алып жатыр, олар барлық анықталған табиғи кешендерде кездеседі, мұнда антропогендік әсердің басым түрлері жайылымдық, агрогендік, агроөнеркәсіптік және су шаруашылығы болып табылады. Қолайлы және салыстырмалы түрде қолайлы экологиялық жағдайдағы табиғи кешендер облыс аумағының 32,8%-ын алып жатыр және жайылымдық мал шаруашылығымен айналысатын шөлейт және шөлейт аймақтармен шектелген. Ландшафттардың шиеленіскен және сыни экологиялық жағдайы облыс аумағының 9,4%-ында байқалады және ландшафтшілік байланыстардың елеулі бұзылуымен және табиғи-ресурстық әлеуеттің айтарлықтай жоғалуымен сипатталады. Жоғарыда айтылғандар мұнай және газ өндіру аймақтарына қатысты.

Түйін сөздер: картаға түсіру, табиғи кешендер, антропогендік әсер, ландшафттық-экологиялық жағдай.

А. А. Tokbergenova¹, Т. А. Bassova², А. А. Kuderin^{3*}, А. Н. Mussagaliyeva⁴, B. Bilyalov⁵, B. K. Akmoldayeva⁶

¹ Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geography, Land Management and Cadastre (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; aigul.tokbergenova@kaznu.edu.kz)

² Candidate of Biological Sciences, Chief Researcher («Institute of Geography and Water Security» JSC, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; tbassova@mail.ru)

^{3*} PhD, Head of the Laboratory of Landscape Science and Nature Management Problems («Institute of Geography and Water Security» JSC, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; kuderin@list.ru)

⁴ PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Land Management and Cadastre (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; aizhan.mussagaliyeva@kaznu.edu.kz)

⁵ Doctoral student of the Department of Geography, Land Management and Cadastre (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; bilalov.bekzat@mail.ru)

⁶ Doctoral student of the Department of Geography, Land Management and Cadastre (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; b.akhmoldaeva2016@gmail.com)

CARTOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE LANDSCAPE AND ECOLOGICAL STATE OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Abstract. This article presents the results of a cartographic assessment of the landscape and ecological state of the West Kazakhstan region, based on field surveys and remote sensing data collected between 2023 and 2025. A landscape-ecological map of the region at a scale of 1:1,500,000 was developed. Cartographic analysis revealed that the largest portion of the region, 57.8%, is occupied by landscapes in a satisfactory ecological condition. These areas span all identified natural complexes and are predominantly influenced by pasture use, agrogenic activity, agro-industrial operations, and water management. Landscapes in favorable and relatively favorable ecological condition account for 32.8% of the territory and are mostly found in semi-desert and desert zones affected by grazing livestock. Landscapes in a tense or critical ecological state cover 9.4% of the region, exhibiting severe disruption of intra-landscape relationships and substantial degradation of natural resource potential, primarily in areas associated with oil and gas extraction.

Keywords: mapping, natural complexes, anthropogenic impact, landscape-ecological state.