

Карты и ГИС в сельском хозяйстве и землепользовании

Maps and GIS in agriculture and land use

УДК: 004.9+332.3+631.4

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-2-31-343-357

И. О. Алябина^{1,2}, Ж. Б. Исаева³, О. Е. Погорелова^{4,5}, С. А. Шоба^{6,7}

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ (КАЗАХСТАН) ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

АННОТАЦИЯ

Павлодарская область представляет собой располагающий значительными земельными ресурсами индустриальный и экономически развитый регион северо-восточной части Казахстана. В условиях активного использования природных ресурсов территории, ее незначительной устойчивости к антропогенным воздействиям, повсеместно проявляющихся деградационных процессов чрезвычайно актуально всестороннее изучение региона и анализ состояния окружающей среды в целях решения вопросов охраны и выработки путей рационального землепользования. Для подробной характеристики территории Павлодарской обл. были привлечены многочисленные литературные и аналитическо-справочные данные, а также информация, представленная на картографических материалах, которые составили основу ГИС. Они содержат, в числе прочего, параметры состояния природных и антропогенных ландшафтов, оценки различных деградационных процессов. Созданная ГИС используется для исследования земельного фонда Павлодарской обл., особенностей его использования и связанных с этим проблем и рисков для экосистем, в первую очередь почвенного покрова. Характеристики природных условий, степени сельскохозяйственного воздействия и состояния территорий административных единиц Павлодарской обл. были сопоставлены на основе единых ранжированных шкал. Согласно предложенному подходу, по экологической ситуации и степени деградации состояние практически всей территории области оценивается как неблагоприятное. Особенно критическим оно является в районах и городах Актогайский, Аксу, Павлодарский и Павлодар. Расчет состава почвенного покрова этой территории

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: alio@yandex.ru*

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Евразийский центр по продовольственной безопасности, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: alio@yandex.ru*

³ ТОО «Инновационный Евразийский университет», ул. Ломова, д. 45, Павлодар, Казахстан, 140000, *e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru*

⁴ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: olga_27072000@mail.ru*

⁵ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Евразийский центр по продовольственной безопасности, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: olga_27072000@mail.ru*

⁶ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: s.a.shoba1945@gmail.com*

⁷ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Евразийский центр по продовольственной безопасности, Ленинские горы, д. 1с12, Москва, Россия, 119991, *e-mail: s.a.shoba1945@gmail.com*

показал, что почти 70 % почв относятся к ценному земельному фонду. Таким образом, в критическом состоянии находятся более 36 % всех темно-каштановых почв, относящихся к наиболее плодородным в Павлодарской обл., и еще свыше 15 % всех средне-каштановых (темно-каштановых малогумусных), также широко используемых в сельском хозяйстве региона. ГИС является инструментом для комплексного анализа картографических и других материалов, характеризующих природные и социально-экономические условия региона, хозяйственное использование ресурсов, имеющееся и потенциальное антропогенное воздействие на окружающую среду.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картографические оценки, природные условия, сельскохозяйственное воздействие, состояние территории, деградация почв

Irina O. Alyabina^{1,2}, Zhanetta B. Isaeva³, Olga E. Pogorelova^{4,5}, Sergey A. Shoba^{6,7}

GEOINFORMATION SYSTEM OF PAVLODAR REGION (KAZAKHSTAN) FOR ASSESSING THE STATE OF SOIL COVER

ABSTRACT

The Pavlodar Region, located in the northeastern part of Kazakhstan, is an industrially and economically developed area endowed with substantial land resources. Due to the intensive exploitation of natural resources, low resilience to anthropogenic impacts, and the widespread manifestation of degradation processes, a comprehensive study of the region and environmental condition is highly relevant. The aim is to address issues of environmental protection and to develop strategies for sustainable land use. To provide a detailed characterization of the Pavlodar Region, a wide array of literary sources, analytical reference materials, and cartographic data were utilized, forming the basis of a GIS. This GIS includes parameters describing the state of natural and anthropogenic landscapes, as well as assessments of various degradation processes. It is used to analyze the region's land resources, land use patterns, and the associated ecological risks, especially concerning soil cover. Natural conditions, the intensity of agricultural activity, and the environmental status of administrative units within the region were compared using unified, ranked scales. According to the proposed approach, the overall environmental situation and degree of land degradation across most of the region are assessed as unfavorable. The most critical conditions are observed in the Aktogay, Aksu (city), Pavlodar, Pavlodar (city) districts. Soil composition analysis indicates that nearly 70 % of the region's soils belong to the valuable category of arable land. More than 36 % of dark chestnut soils — the most fertile in the region — are in a critical state, as well as over 15 % of medium chestnut (low-humus dark chestnut) soils, which are also widely used in agriculture. The developed GIS serves as an effective tool for the

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: alio@yandex.ru*

² Lomonosov Moscow State University, Eurasian Center for Food Security, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: alio@yandex.ru*

³ LLP "Innovative University of Eurasia", 45, Lomova str., Pavlodar, 140000, Kazakhstan, *e-mail: zhanetta.aysha@mail.ru*

⁴ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: olga_27072000@mail.ru*

⁵ Lomonosov Moscow State University, Eurasian Center for Food Security, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: olga_27072000@mail.ru*

⁶ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: s.a.shoba1945@gmail.com*

⁷ Lomonosov Moscow State University, Eurasian Center for Food Security, 1s12, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail: s.a.shoba1945@gmail.com*

integrated analysis of cartographic and statistical data reflecting the region's natural and socio-economic conditions, land use practices, and existing and potential anthropogenic impacts on the environment.

KEYWORDS: cartographic assessments, natural conditions, agricultural impact, condition of the territory, soil degradation

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки природно-ресурсного потенциала территории Павлодарской обл. Казахстана создана геоинформационная система (ГИС). Под природно-ресурсным потенциалом понимается совокупность природных ресурсов территории, которые способствуют повышению благосостояния населения и могут быть использованы экономически выгодно с учетом результатов научно-технического прогресса. К ним относятся энергетические, земельные и почвенные, водные, лесные, климатические, рекреационные ресурсы, живые организмы (флора и фауна), полезные ископаемые (минеральные ресурсы) [Садов, Нанолов, 2009].

Республика Казахстан расположена в центре Евразии, на стыке двух континентов. По площади, которая составляет 2 724,9 км², страна занимает в мире 9-е место, а по площади, приходящейся на душу населения, 3-е место после Австралии и Канады¹. Природные условия и ресурсы страны разнообразны, что способствует развитию многоотраслевого хозяйства.

В настоящее время Казахстан наряду с другими государствами Центральной Азии сталкивается с серьезными вызовами социально-экономическому развитию и стабильности. Они обусловлены в первую очередь экологическими проблемами, связанными с изменением климата — засухой и другими природными катаклизмами, а также деградацией земель. В целях минимизации угроз в Казахстане действуют национальные стратегии в области охраны окружающей среды, использования и эффективного управления природными и земельными ресурсами. Для решения вопросов устойчивого развития, экологических проблем в стране приняты «Цели устойчивого развития до 2030 года», стратегия президента «Казахстан-2050», создан Совет по устойчивому развитию².

Павлодарская область представляет собой индустриальный и экономически развитый регион северо-восточной части Республики Казахстан. Большая часть территории области находится в пределах юга Западно-Сибирской равнины в среднем течении р. Иртыш и занимает площадь, равную 124,8 тыс. км², что составляет 4,6 % от всей территории Казахстана.

Земельный фонд Республики Казахстан в соответствии с целевым назначением подразделяется на 7 категорий:

- земли сельскохозяйственного назначения;
- земли населенных пунктов;
- земли промышленности, транспорта, связи, для нужд космической деятельности, обороны, национальной безопасности и иного несельскохозяйственного назначения;

¹ Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель в Республике Казахстан за 2022 год. Электронный ресурс: https://www.gov.kz/uploads/2024/1/4/528f6bfdb5e70c6bd0c85d0_01c0a733e_original.6863558.pdf (дата обращения 11.05.2025)

² Ситуационный анализ «Засуха в Центральной Азии (основан на экспертном анализе процессов формирования засух, суховея и маловодья в ЦА)». Алматы, 2021. Электронный ресурс: [https://www.carececo.org/publications/zasuha/Russian/c1r/C1R%20-%20Drought%20-%20Ситуационный%20анализ%20по%20засухе%20в%20ЦА%20\(Russian%20only\).pdf](https://www.carececo.org/publications/zasuha/Russian/c1r/C1R%20-%20Drought%20-%20Ситуационный%20анализ%20по%20засухе%20в%20ЦА%20(Russian%20only).pdf) (дата обращения 03.07.2025)

- земли особо охраняемых природных территорий;
- земли оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения;
- земли лесного фонда;
- земли водного фонда и земли запаса.

По состоянию на 01 ноября 2022 г. земельный фонд Павлодарской обл. составляет 12 459,5 тыс. га, из них земли сельскохозяйственного назначения — 7 390,7 тыс. га (почти 60 %). Земли сельскохозяйственного назначения имеют особый правовой режим и подлежат охране, направленной на ограничение изъятия этих земель, сохранение и повышение их плодородия¹. Павлодарская область располагает значительными земельными ресурсами, однако степень их пригодности для ведения сельского хозяйства в целом по области невелика и значительно различается по районам.

В условиях активного использования природных ресурсов территории Павлодарской обл., ее незначительной устойчивости к антропогенным воздействиям, повсеместно проявляющихся деградационных процессов чрезвычайно актуальным становится проведение глубокого комплексного анализа состояния окружающей среды для решения вопросов охраны и выработки подходов к управлению природными ресурсами. В Национальном докладе о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 г. подчеркивается неоднородность земли, являющейся основным средством производства в сельском хозяйстве, в пределах каждой области, района и даже отдельного хозяйства. По этой причине земля нуждается в оценке и контроле за ее использованием, в т. ч. и в границах административно-территориальных единиц, учитываемых в государственной статистической отчетности.

Целью настоящего исследования является всесторонняя характеристика земельного фонда Павлодарской обл., особенностей его использования и связанных с этим проблем и рисков для экосистем и, в первую очередь, почвенного покрова, а также сравнение данных по административным единицам области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для подробной характеристики территории Павлодарской области были привлечены литературные и современные аналитическо-справочные данные, а также информация, представленная на картах, включенных в ГИС. Основу ГИС составили картографические материалы (табл. 1), содержащие в числе прочего параметры состояния природных и антропогенных ландшафтов, оценки различных деградационных процессов. Расчеты и оформление результатов проводили в ГИС-программах «Аксиома» версия 6.0 и MapInfo Professional v. 17.

Часть информации с карт, вошедших в ГИС, была включена в расчеты для получения картографических оценок, условно названных:

- «природные условия» (карты «Почвенно-географическое районирование» и «Биологическая эффективность климата»);
- «сельскохозяйственное воздействие» (одноименная карта);
- «состояние территории» (карты «Геоэкологическое районирование» и «Опустынивание и деградация земель»).

Использованные характеристики с этих карт относятся к разным типам атрибутов (категории, ранги, величина). Для проведения совместных расчетов и построения сопоста-

¹ Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2022 год. Электронный ресурс: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/566594?lang=ru> (дата обращения 11.05.2025)

вимых карт относящиеся к территории Павлодарской обл. значения (табл. 1) были переведены в проценты таким образом, чтобы полученные картографические оценки на территории области принимали значение от 0,01 до 100 %. Затем эти оценки в ГИС пересчитали в границы административно-территориальных единиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Климат Павлодарской области засушливый, резко континентальный с жарким коротким летом (3 мес.) и холодной продолжительной зимой (5,5 мес.). Из десяти природных зон, выделяемых в Республике Казахстан (лесостепная, степная, сухостепная, полупустынная, пустынная, предгорно-пустынно-степная, субтропическая пустынная, субтропическо-предгорно-пустынная, среднеазиатская горная, южно-сибирская горная), на территорию Павлодарской обл. попадают лесостепная, степная и сухостепная природные зоны.

Рельеф области большей частью равнинный, с преобладающими высотами 100–200 м н. у. м.; лишь на крайнем юге и юго-западе, в пределах Казахского мелкосопочника, они превышают 300–400 м, а среди горных отрогов Сарыарки отдельные вершины достигают высоты более 1 000 м. Особенностью рельефа являются гривы и многочисленные степные западины, котловины, занятые озерами. По своим размерам, глубине, составу солей и происхождению они весьма разнообразны. Глубина озер, как правило, незначительна (40–50 см) и редко достигает 1–1,5 м. Многие озера летом высыхают, превращаясь в соры и солончаки. С юго-востока на северо-запад территорию области на протяжении более 500 км пересекает р. Иртыш. По гидрологической классификации Павлодарская обл. относится к региону со значительными водными ресурсами: ресурсы поверхностных вод составляют около 30 км³/год (почти четверть ресурсов Республики Казахстан), а подземных вод — свыше 4 км³/год.

Табл. 1. Картографические материалы, включенные в ГИС Павлодарской области [Национальный атлас..., Т. I, 2010, Т. III, 2010]
Table 1. Cartographic materials included in the GIS of Pavlodar Region [National Atlas..., V. I, 2010, V. III, 2010]

| Название | Масштаб | Использованные в расчетах характеристики (типы атрибутов: диапазон значений в Павлодарской обл.) |
|---|-------------|--|
| Почвенная карта Республики Казахстан | 1:5 000 000 | |
| Почвенно-географическое районирование | 1:5 000 000 | Почвенно-географическое районирование (категории: зоны, подзоны) |
| Геоэкологическое районирование | 1:7 500 000 | Геоэкологическая ситуация (ранги: кризисная – близкая к естественному состоянию) |
| Карта экосистем | 1:5 000 000 | |
| Биологическая эффективность климата | 1:7 500 000 | Индекс биологической эффективности климата (величина: 3,5–7,5) |
| Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты | 1:5 000 000 | Степень сельскохозяйственного воздействия на ландшафты (ранги: сильная – слабая) |
| Эрозия и дефляция почв | 1:7 500 000 | |
| Опустынивание и деградация земель | 1:5 000 000 | Степень опустынивания (ранги: значительная – слабая) |
| Деградация земель под воздействием выпаса скота | 1:7 500 000 | |

На территории области широко распространены рыхлые отложения континентального происхождения, включающие аллювиальные, озерно-аллювиальные, озерные, покровные, эолово-делювиальные и делювиальные.

Растительный покров носит комплексный характер. В зоне лесостепи развиты степи на южных черноземах, южнее — степи с бедным сухолюбивым разнотравьем на слабозасоленных темно-каштановых почвах. Широкие бессточные понижения в степи (западины, ложбины, котловины) заняты разнообразными лугами на луговых черноземах и солодах. На юго-востоке области в пределы этих степей заходят массивы сосновых ленточных боров. Почти для всей площади Прииртышской равнинной степи характерны азональные комплексы разнотравно-злаковых и солончаковых лугов приозерных низин и долин рек, а также полынные и солянки на солонцах и солончаках. Пойма занята лугами и пойменными лесами. На большей части правобережья Иртыша и в пределах мелко-сопочника преобладает степная растительность на темно-каштановых супесчаных почвах. В долинах рек и лощинах мелкосопочника местами встречаются березовые рощи и кустарниковые заросли, а на склонах гор произрастают типичные сосновые боры. Согласно карте экосистем, около 10 % площади области приходится на лесостепные, еще 10 % — на гидроморфные и полугидроморфные экосистемы, остальная территория занята степями [Агроклиматические ресурсы..., 2017].

Расчеты, проведенные по цифровой почвенной карте (рис. 1), показали, что в почвенном покрове Павлодарской обл. преобладают солонцы (20 %), комплекс темно-каштановых солонцеватых почв с солонцами и темно-каштановые почвы (по 13 %). По 8 % занимают темно-каштановые малогумусные, темно-каштановые неполноразвитые щебнистые почвы и комплексы каштановых солонцеватых с солонцами. На остальные почвы приходится от долей процента до 3,8 %. Это южные черноземы, каштановые неполноразвитые, светло-каштановые, светло-каштановые солонцеватые и неполноразвитые, луговые и пойменные почвы, комплексы почв с солонцами, а также боровые пески, горные каштановые и горные черноземы. Доля водных поверхностей составляет около 1 % [Исаева, Алябина, 2024].

Все природные комплексы равнин и горных территорий Казахстана в различной степени испытывают влияние хозяйственной деятельности человека. Павлодарская область является главным индустриальным флагманом топливно-энергетического хозяйства Казахстана, что приводит к возникновению геоэкологических проблем. Ведущее место по объему негативного воздействия на природный территориальный комплекс в регионе занимает промышленность: металлургическая, нефтехимическая, энергетическая, машиностроительная, пищевая. Так, Павлодарско-Экибастузский территориальный производственный комплекс добывает около 60 % угля в стране, 43,2 % электроэнергии, 77,1 % ферросплавов, около 11 % нефти и 100 % глинозема. Четверть загрязняющих веществ атмосферы в Казахстане приходится на Павлодарскую обл.

По занимаемой площади ведущее место в области принадлежит сельскохозяйственному производству с преобладанием земледелия на севере и животноводства на юге. Общая площадь сельскохозяйственных угодий — 11,2 млн га; из них пастбища — 8,3 млн га, пашни — 2,1 млн га [Омаров, Латыпова, 2022]. В регионе хорошо развит агропромышленный комплекс.

Согласно карте «Сельскохозяйственное воздействие на ландшафты», 60 % площади Павлодарской обл. занимают территории с преобладанием агрогенного вида сельскохозяйственного воздействия, на 40 % доминирующим видом является пастбищное. На карте выделяются территории, различные по степени сельскохозяйственного воздействия. Сильному воздействию подвержено 30 % ландшафтов в северо-восточной части области, на

ландшафты с умеренной степенью воздействия и слабой приходится соответственно по 33 и 36 %.

Еще одна карта — «Геоэкологическое районирование» — оценивает геоэкологическую ситуацию в регионе в целом, используя ряд градаций состояния. В Павлодарской области выявлены территории, находящиеся в кризисной (0,3 %), критической, напряженной и благоприятной геоэкологической ситуации. Общая оценка определяется целым комплексом параметров, в число которых входят: степень деградации ландшафтов техногенного и сельскохозяйственного происхождения, природное загрязнение почв (природные аномалии), техногенное загрязнение воздуха и почв, гидроэкологическая ситуация, наличие очагов эколого-демографического напряжения и степень депрессивности. Ситуация на большей части области (около 68 %) оценивается как критическая и кризисная, на 22 % площади — как напряженная. Территории с благоприятной геоэкологической ситуацией и особо охраняемые природные территории занимают в сумме около 10 % (рис. 2).

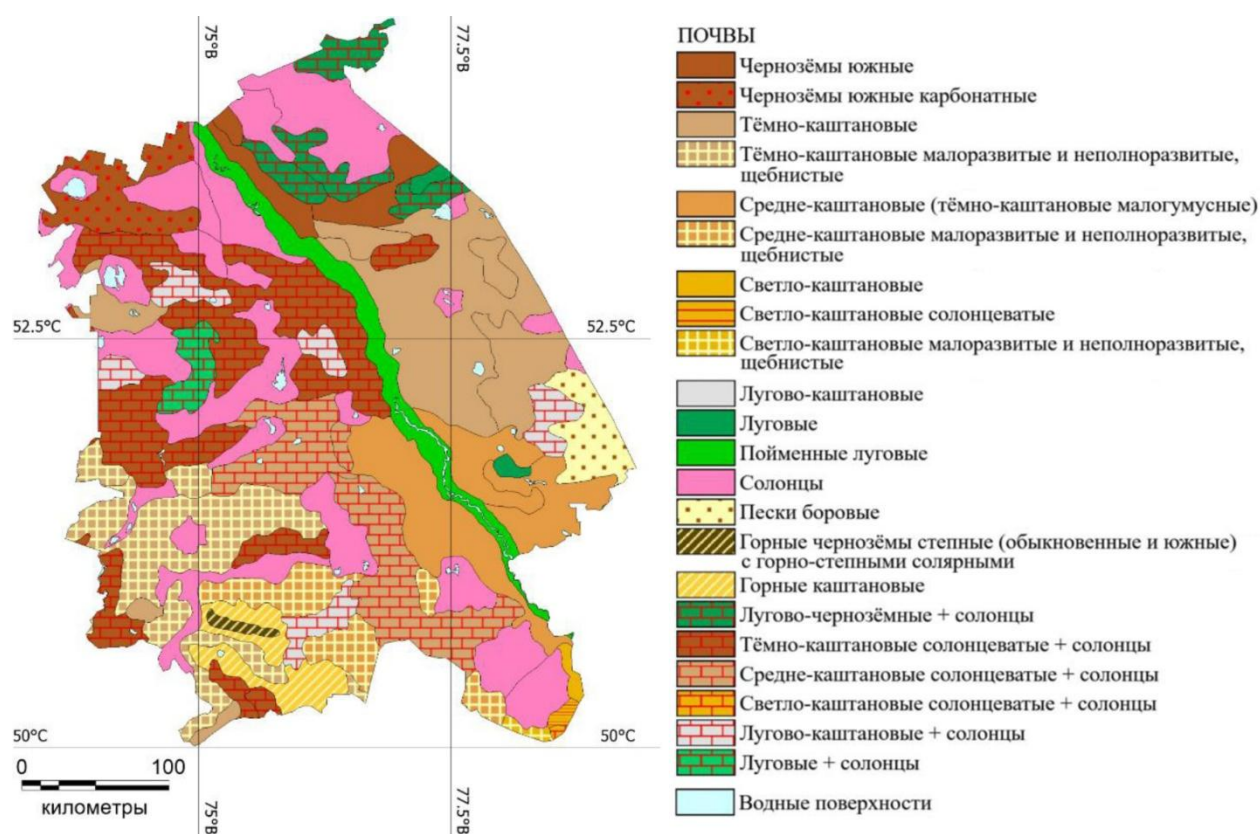


Рис. 1. Почвенная карта Павлодарской области
Fig. 1. Soil map of Pavlodar Region

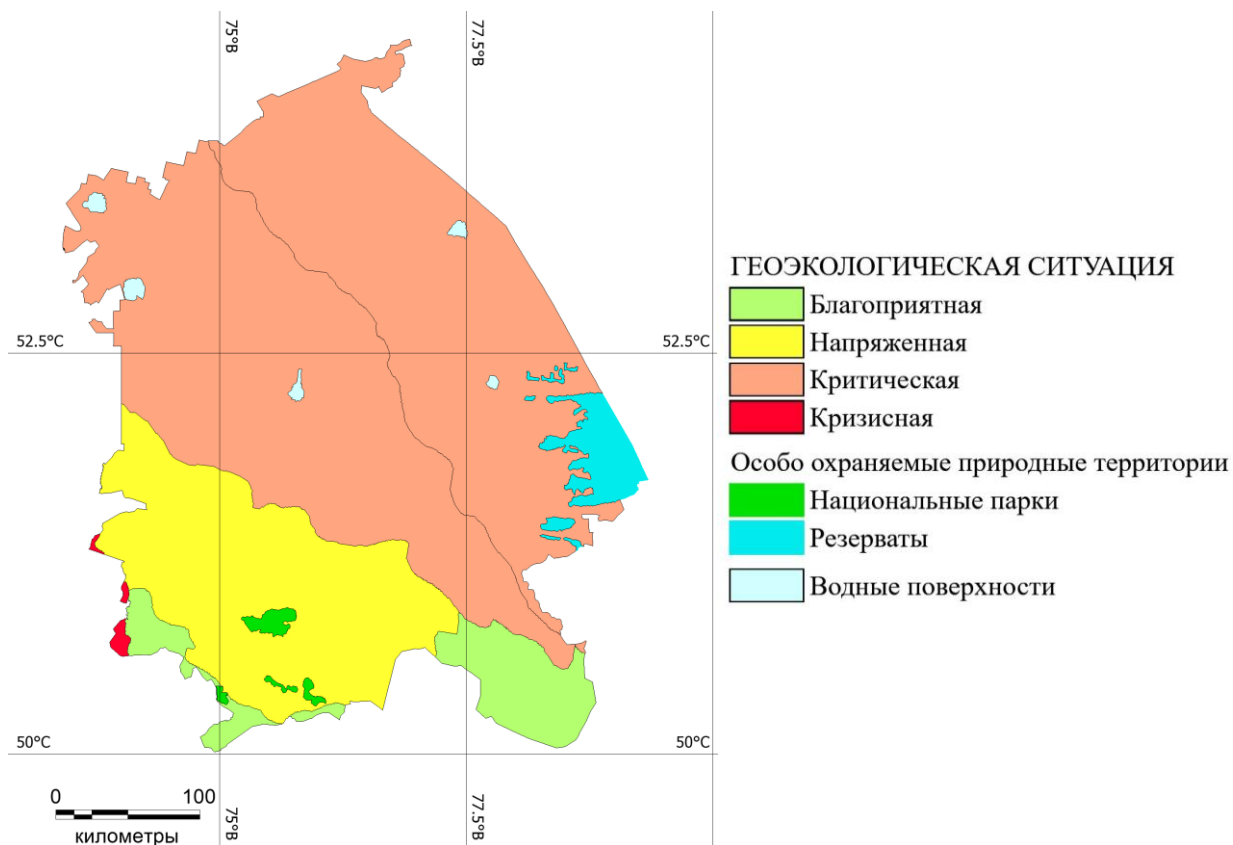


Рис. 2. Геоэкологическая ситуация в Павлодарской области
 Fig. 2. Geoeological situation in Pavlodar Region

Экстенсивное использование природных ресурсов привело к значительной деградации почв Казахстана. Так, около 75 % почвенного покрова республики является в разной степени деградированным, в зависимости от особенностей природных условий и их народно-хозяйственного использования.

Антропогенные факторы, приводящие к возникновению и развитию процессов деградации почв и опустынивания в Казахстане, связаны главным образом с такими видами хозяйственной деятельности, как ненормированный выпас скота, нарушение системы земледелия, разработка недр, строительство и эксплуатация промышленных, военных и гражданских объектов, ирригационных и линейных сооружений. В результате антропогенных нагрузок на всей территории Казахстана наблюдается нарушение почвенного покрова, развиваются эрозионные процессы, ведущие к деградации, опустыниванию и потере биопродуктивности почв, нарушению равновесия в окружающих ландшафтах [Безуголова и др., 2021; Скоринцева и др., 2021].

В целом особенностью эколого-географического положения Казахстана является малая устойчивость природной среды к антропогенным воздействиям. К ним можно отнести пустынные (45 %) и горные (20 %) ландшафты, где располагаются основные площади пастбищных угодий. Особенно остро проблема деградации почв проявляется в Северном Казахстане — зоне зернового земледелия, где почвы особенно истощены за полувековой период освоения целины [Сапаров, Козыбаева, 2012].

На карте «Опустынивание и деградация земель» отражена степень проявления этих негативных процессов в целом, а также распространение их отдельных признаков. Включенная в ГИС Павлодарской области, эта карта позволила оценить масштаб и террито-

риальную приуроченность различных факторов опустынивания и деградации. Согласно проведенным расчетам, почти половина площади области имеет значительную степень опустынивания, для остальной характерны умеренная (47 %) и слабая (4 %) степени (рис. 3). Деградация растительного покрова отмечается на 85 % территории, около 50 % подвержены техногенному воздействию и имеют деградированные почвы. На значительной части области (17–19 %) выявлены изменения климата, нарушенность рельефа, а также объема, режима и качества поверхностных вод (рис. 4).

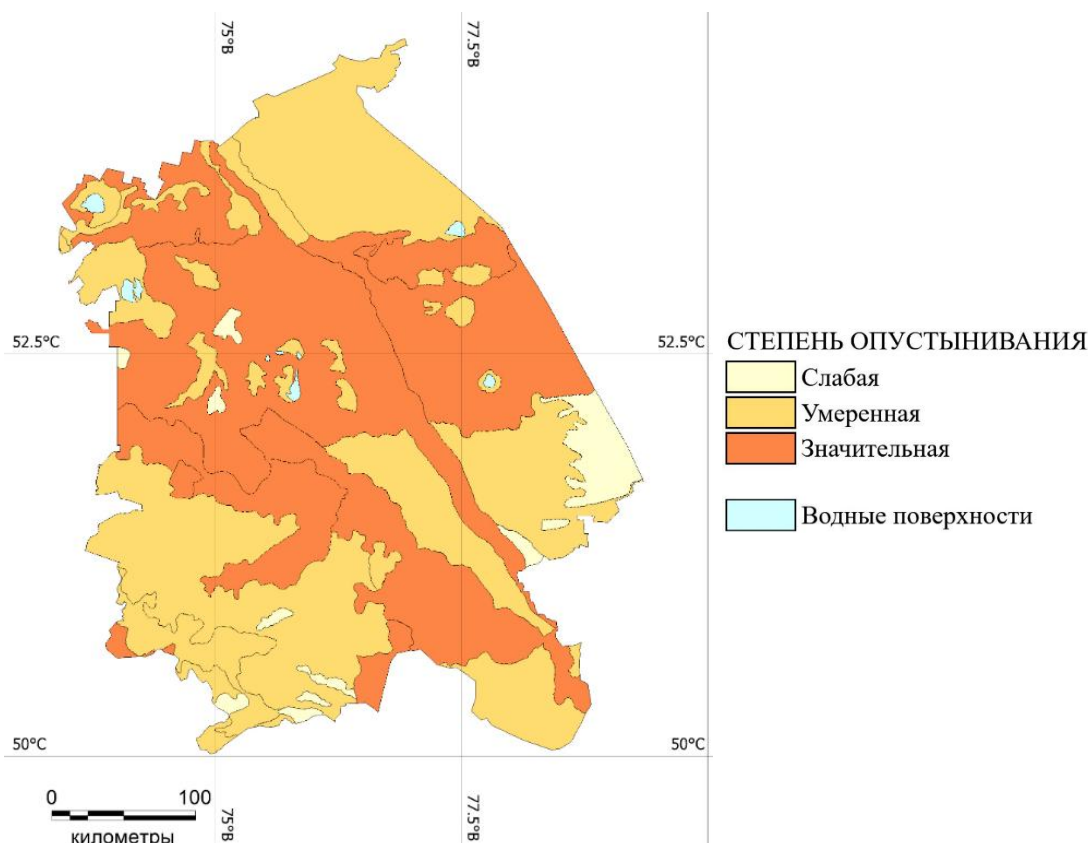
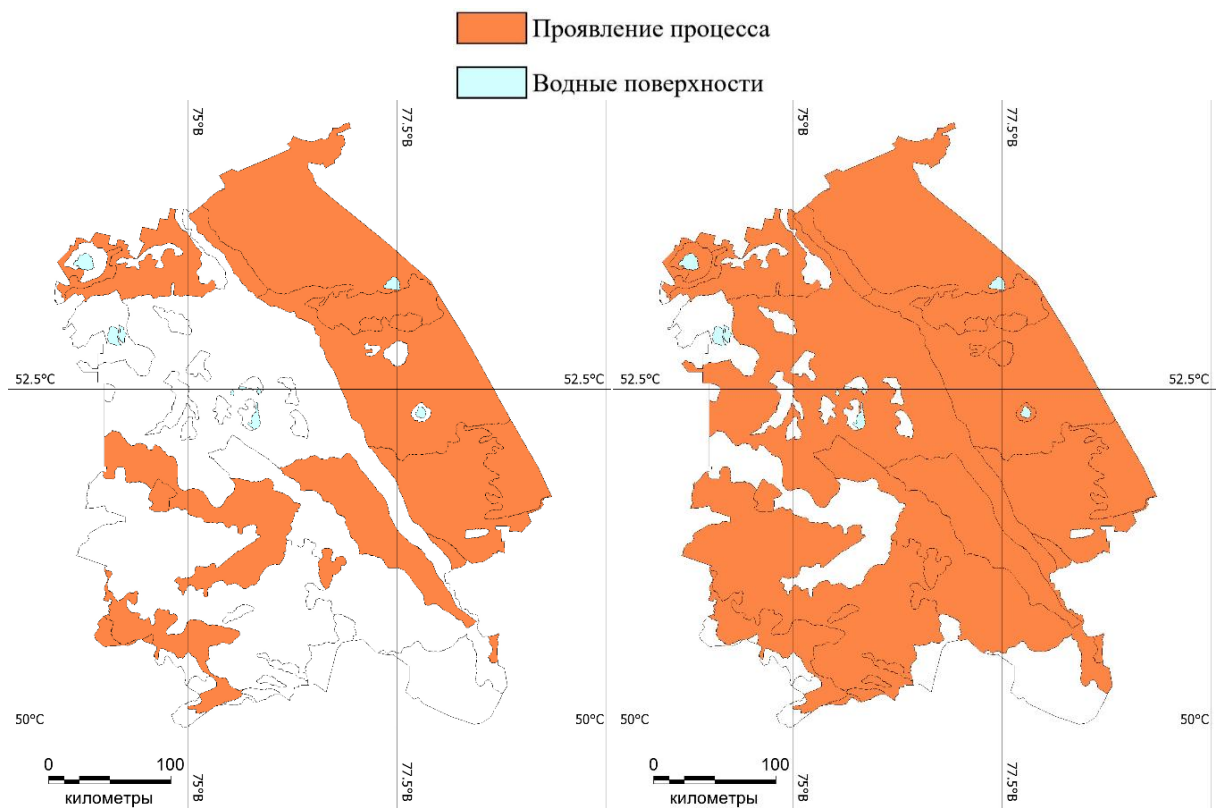


Рис. 3. Степень опустынивания территории
Fig. 3. Degree of desertification of the territory

Отдельная карта показывает деградацию земель под воздействием выпаса скота, причем на большей части Павлодарской обл. отмечаются очень сильная (57 %) и сильная (26 %) степени пастбищной нагрузки. Дефляция и эрозия почв, отраженные на соответствующей карте, занимают практически всю область: 47,5 % дефляция, 36 % водная эрозия, 7 % — совместное проявление двух процессов.

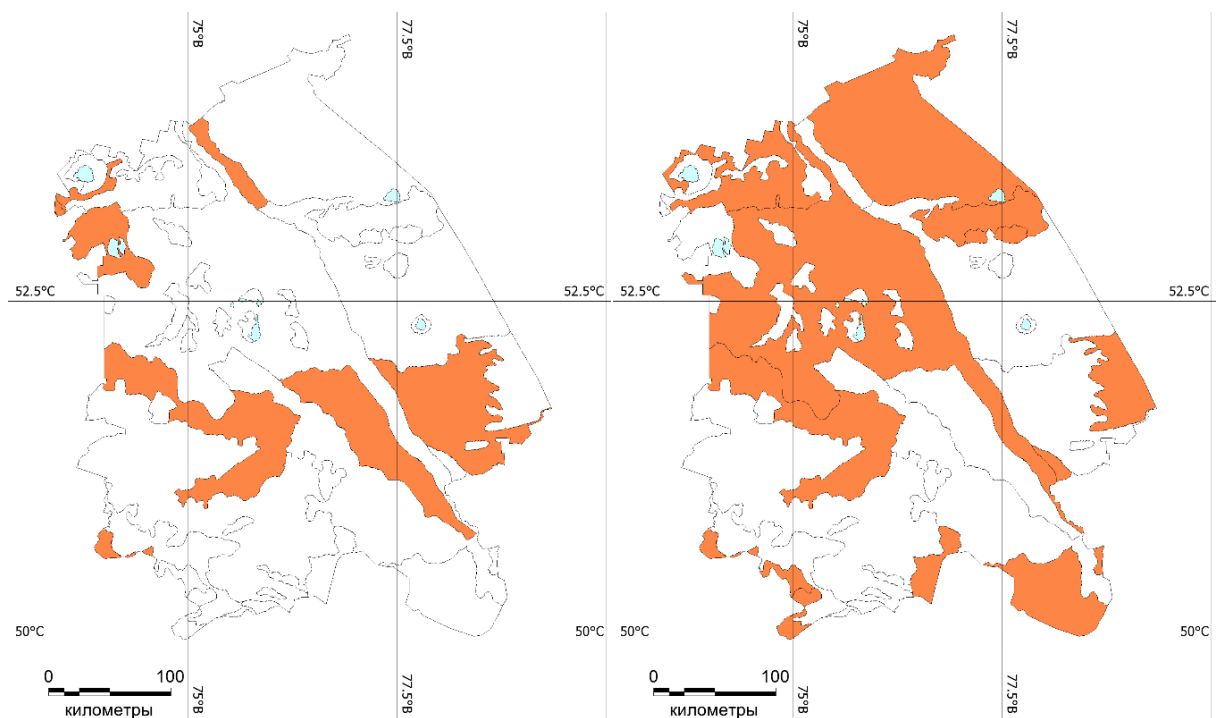
Созданная ГИС Павлодарской области служит инструментом для всестороннего изучения природных ресурсов территории, комплексного анализа картографических и других материалов, характеризующих природные и социально-экономические условия региона, хозяйственное использование ресурсов, имеющееся и потенциальное антропогенное воздействие на окружающую среду. Использование ГИС позволило получить на основе отдельных составляющих картографические оценки различных аспектов природно-ресурсного потенциала Павлодарской обл. Казахстана, в т. ч. по административным единицам. Так, в границах районов и городов рассчитаны 3

картографические оценки, условно названные следующим образом: «природные условия», «сельскохозяйственное воздействие», «состояние территории».



Деградация почв

Деградация растительного покрова



Нарушенность объема, режима и качества поверхностных вод

Техногенное воздействие

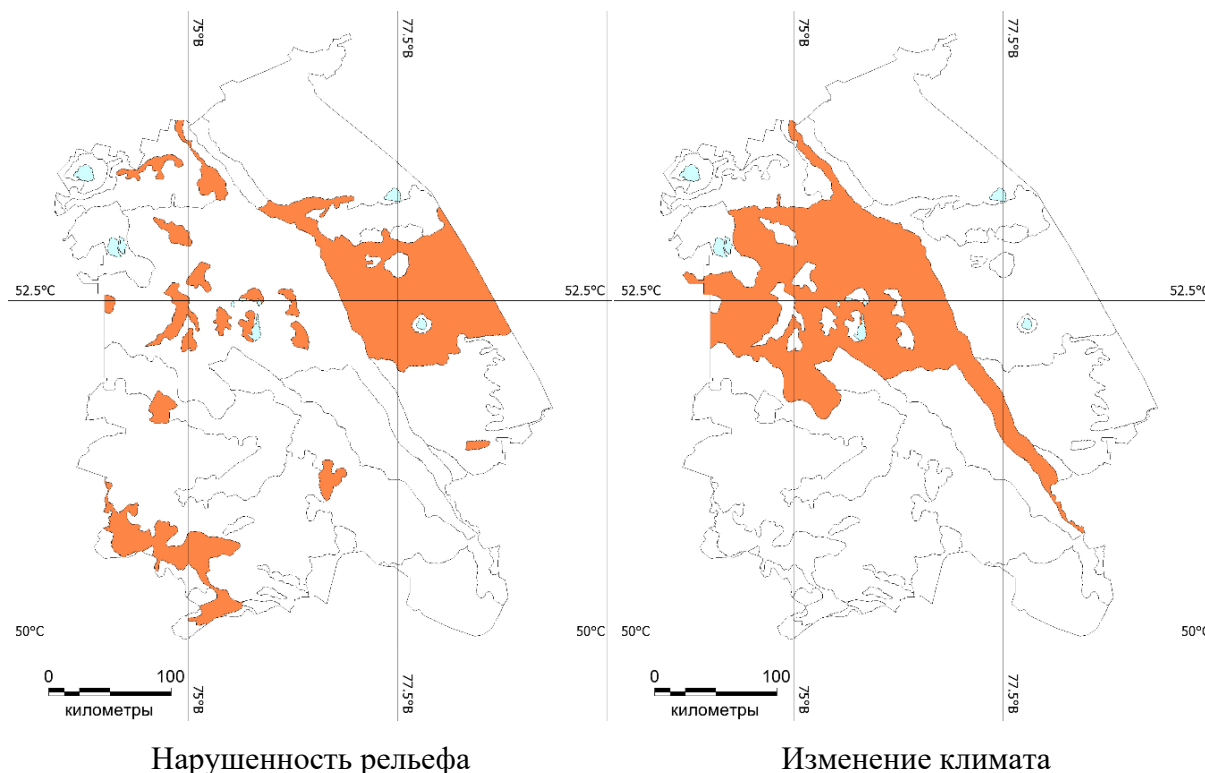


Рис. 4. Распространение негативных процессов в Павлодарской области
Fig. 4. Spread of negative processes in Pavlodar Region

Оценка «природные условия» получена на основе ранжированных по качеству природных условий от 100 до 0,01 % зон и подзон, выделенных на карте почвенно-географического районирования в пределах Павлодарской обл., а также аналогично переведенного в проценты индекса биологической эффективности климата. При пересчете в границы административных единиц области полученный диапазон оценки составил 45,7–92,7 % (рис. 5а). Наиболее благоприятные природные условия (более 75 %) характерны для севера области, минимальную оценку получил Майский р-н.

Согласно карте сельскохозяйственного воздействия на ландшафты, в Павлодарской обл. выделяются регионы с сильной, умеренной и слабой степенью воздействия. Оценку свыше 50 % по уровню воздействия получили административно-территориальные единицы северной и восточной части области (рис. 5б).

Для оценки «состояние территории» использованы данные двух карт — геоэкологического районирования (рис. 2) и опустынивания и деградации земель (рис. 3). Полученная оценка на всей Павлодарской обл., за исключением Аккулинского р-на, характеризует ее неблагоприятное состояние (более 50 %), а в четырех административных единицах превышает 75 % (рис. 5в). В районах и городах Актогайский, Аксу, Павлодарский и Павлодар вследствие разных видов воздействия, в первую очередь антропогенного, нарушены экосистемы; ситуацию здесь можно оценить как наиболее критическую в пределах области. По почвенной карте был рассчитан состав почвенного покрова этой территории (табл. 2).

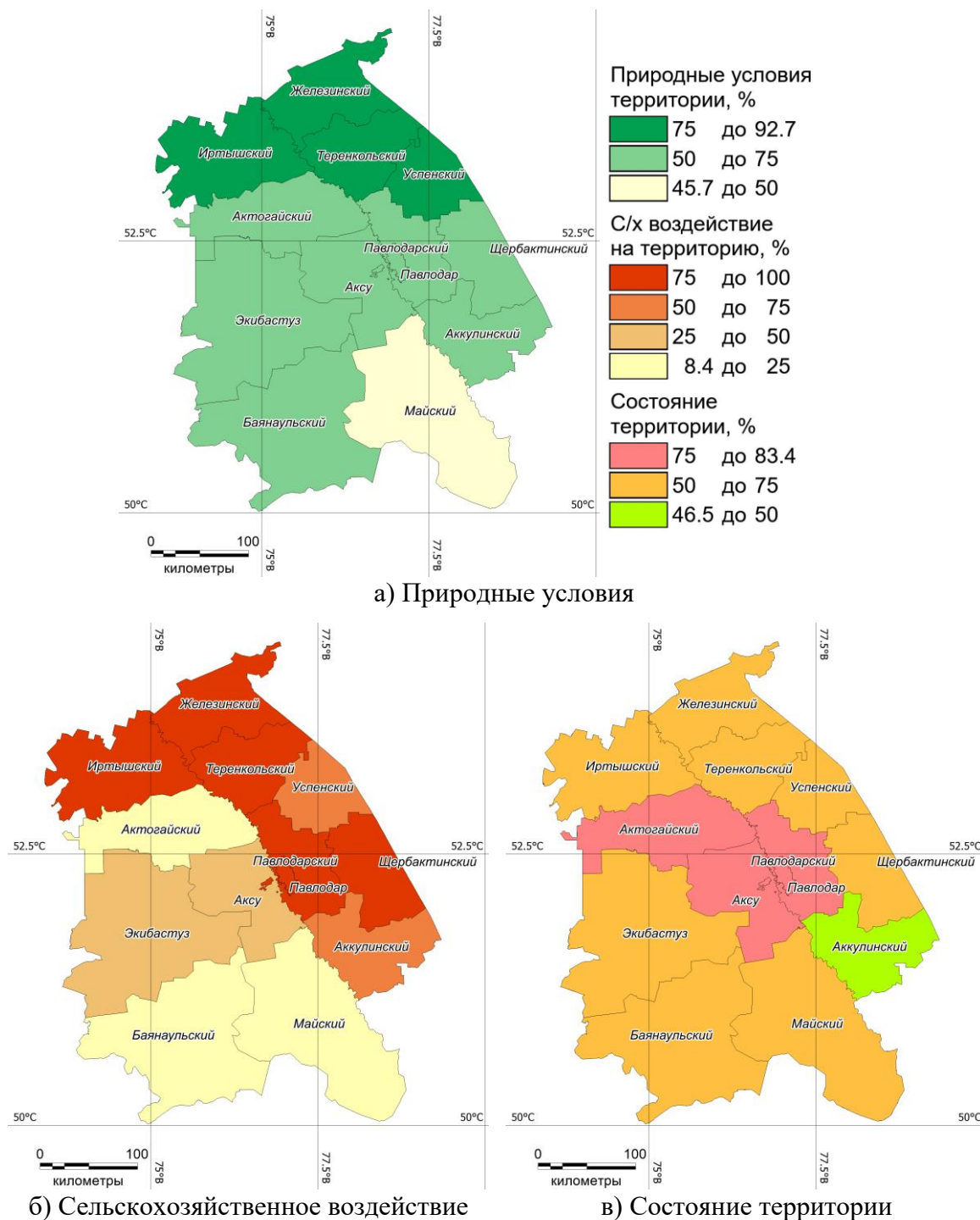


Рис. 5. Характеристика административных единиц Павлодарской области
Fig. 5. Characteristics of administrative units of Pavlodar Region

Согласно расчетам, четверть площади приходится на темно-каштановые почвы, которые являются наиболее плодородными в Павлодарской обл. и широко используются в сельском хозяйстве¹. Они идеальны для выращивания таких культур, как пшеница, ячмень, картофель и овощи. Еще 30 % занимают комплексы темно-каштановых солонце-

¹ Система ведения сельского хозяйства Павлодарской области: Рекомендации. Павлодар: ТОО НПФ «ЭКО», 2003. 320 с.

ватых почв (с меньшим содержанием гумуса) и солонцов. Площадь средне-каштановых почв, имеющих более низкую плодородность по сравнению с темно-каштановыми, но также активно используемых в сельском хозяйстве, вместе с их солонцеватыми аналогами составляет свыше 13 %. При проведении определенных агротехнических мероприятий эти почвы подходят для возделывания зерновых культур, а также подсолнечника. Таким образом, почти 70 % почвенного покрова районов и городов Актогайский, Аксу, Павлодарский и Павлодар относятся к ценному земледельческому фонду области и при этом находятся в критическом состоянии по оценке геоэкологической ситуации и степени деградации. Это более 36 % всех темно-каштановых почв Павлодарской обл. и свыше 15 % всех средне-каштановых (темно-каштановых малогумусных).

Табл. 2. Почвенный покров районов и городов Актогайский, Аксу, Павлодарский, Павлодар
Table 2. Soil cover of Aktogay, Aksu (city), Pavlodar, Pavlodar (city) districts

| Почвы | Площадь, % |
|---|------------|
| Темно-каштановые | 25,0 |
| Средне-каштановые (темно-каштановые малогумусные) | 6,9 |
| Пойменные луговые | 7,6 |
| Солонцы | 14,6 |
| Темно-каштановые солонцеватые + солонцы | 30,0 |
| Средне-каштановые солонцеватые + солонцы | 6,6 |
| Лугово-каштановые + солонцы | 6,7 |
| Луговые + солонцы | 1,3 |
| Водные поверхности | 1,2 |

ВЫВОДЫ

Созданная и пополняемая ГИС служит инструментом для комплексного анализа картографических и других материалов, характеризующих природные и социально-экономические условия региона, хозяйственное использование ресурсов, имеющееся и потенциальное антропогенное воздействие на окружающую среду.

В ГИС получены и визуализированы в качестве отдельных слоев данные с входящих в ее состав карт. В частности, карта «Опустынивание и деградация земель» послужила основой для создания карты степени проявления всех негативных процессов в целом, а также карт распространения отдельных видов их проявления — деградации растительного покрова и почв, техногенного воздействия, изменения климата, нарушения рельефа, а также объема, режима и качества поверхностных вод. Рассчитаны площади, занимаемые территориями с различными характеристиками.

Для сопоставления природных условий, степени сельскохозяйственного воздействия и состояния территорий административных единиц Павлодарской обл. с использованием разных карт на основе единой процентной шкалы были получены и затем пересчитаны в административных границах интегральные картографические оценки. Согласно предложенному подходу, по экологической ситуации и степени деградации состояние практически всей территории области оценивается как неблагоприятное. Особенно критическим оно является в районах и городах Актогайский, Аксу, Павлодарский и Павлодар. Расчет состава почвенного покрова этой территории показал, что почти 70 % почв относятся к ценному земледельческому фонду. Таким образом, в критическом состоянии находятся более 36 % всех темно-каштановых почв, относящихся к наиболее плодородным в Павлодарской обл., и еще свыше 15 % всех средне-каштановых (темно-каштановых малогумусных), также широко используемых в сельском хозяйстве региона.

ГИС является наиболее эффективным инструментом для комплексного анализа картографических и других материалов, характеризующих природные и социально-экономические условия региона, хозяйственное использование ресурсов, имеющееся и потенциальное антропогенное воздействие на окружающую среду.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет финансирования, выделенного на цели функционирования Евразийского центра по продовольственной безопасности МГУ имени М. В. Ломоносова (распоряжение Правительства РФ № 1736-р от 26.06.2021).

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out using funding allocated for the functioning of the Eurasian Center for Food Security of Lomonosov Moscow State University (RF Government Order No. 1736-r dated 06/26/2021).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: научно-прикладной справочник. Астана, 2017. 127 с.

Безуглова М. С., Шарова И. С., Крыжановская Г. В., Мамина Д. Х. Картографирование процесса опустынивания Прикаспийской территории. Геология, география и глобальная энергия, 2021. № 2(81). С. 74–85. DOI: 10.21672/2077-6322-2021-81-2-074-085.

Исаева Ж. Б., Алябина И. О. ГИС Павлодарской области Казахстана для оценки природно-ресурсного потенциала. Почвы — опора России: тезисы докладов IX съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева. Москва–Казань: МАКС-Пресс, 2024. С. 399–401.

Национальный атлас Республики Казахстан. Т. I: Природные условия и ресурсы. 2-е издание, переработанное и дополненное. Алматы, 2010. С. 96–97.

Национальный атлас Республики Казахстан. Т. III: Окружающая среда и экология. 2-е издание, переработанное и дополненное. Алматы, 2010. С. 123–126.

Омаров М. К., Латыпова З. Б. Особенности природопользования на Среднем Прииртышье Казахстана. Вопросы степеведения, 2022. № 4. С. 25–32. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-4-25-32.

Садов А. В., Наполов О. Б. Методология оценки природно-ресурсного потенциала в современном экономическом развитии регионов. Теоретическая и прикладная экология, 2009. № 3. С. 15–19.

Сапаров А. С., Козыбаева Ф. Е. Почвенный покров Казахстана, его экология и приоритетные направления почвенных исследований. Почвоведение и агрохимия, 2012. № 4. С. 58–64.

Скоринцева И. Б., Басова Т. А., Тулетаев А. Опустынивание в Казахстане: состояние, проблемы и пути их решения. География и водные ресурсы, 2021. № 3. С. 18–27.

REFERENCES

Agroclimatic Resources of Pavlodar Region: Scientific and Applied Reference Book. Astana, 2017. 127 p. (in Russian).

Bezuglova M. S., Sharova I. S., Kryzhanovskaya G. V., Mamina D. Kh. Cartographic Analysis of Desertification Processes in the Caspian Region. Geology, Geography and Global Energy, 2021. No. 2(81). P. 74–85 (in Russian). DOI: 10.21672/2077-6322-2021-81-2-074-085.

Isayeva Zh. B., Alyabina I. O. GIS of the Pavlodar Region (Kazakhstan) for the Assessment of Natural Resource Potential. Soils — the Foundation of Russia: Abstracts of the 9th Congress of the V. V. Dokuchaev Soil Science Society. Moscow–Kazan: MAX Press, 2024. P. 399–401 (in Russian).

National Atlas of the Republic of Kazakhstan. V. I: Natural Conditions and Resources. 2nd ed., revised and expanded. Almaty, 2010. P. 96–97 (in Russian).

National Atlas of the Republic of Kazakhstan. V. III: Environmental Studies and Ecology. 2nd ed., revised and expanded. Almaty, 2010. P. 123–126 (in Russian).

Omarov M. K., Latypova Z. B. Specifics of Natural Resource Use in the Middle Irtysh Region of Kazakhstan. Steppe Science, 2022. No. 4. P. 25–32 (in Russian). DOI: 10.24412/2712-8628-2022-4-25-32.

Sadov A. V., Napolov O. B. Methodology for Assessing Natural Resource Potential in the Context of Modern Economic Development of Regions. Theoretical and Applied Ecology, 2009. No. 3. P. 15–19 (in Russian).

Saparov A. S., Kozybaeva F. E. Soil Cover of Kazakhstan, its Ecology, and Priority Directions of Soil Research. Soil Science and Agrochemistry, 2012. No. 4. P. 58–64 (in Russian).

Skorintseva I. B., Basova T. A., Tuletayev A. Desertification in Kazakhstan: Current State, Problems, and Solutions. Geography and Water Resources, 2021. No. 3. P. 18–27 (in Russian).
