

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе «8D05202 - География»

Ершибулова Азамата Кайратовича

**На тему: «Геопространственное моделирование засоленных почв
Казахстана»**

Общая характеристика работы. Диссертация направлена на геопространственное моделирование засоленных почв Казахстана.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена несколькими ключевыми факторами. Засоление почв представляет собой серьезную экологическую и экономическую проблему, которая негативно влияет на сельское хозяйство, водные ресурсы и биоразнообразие, а в условиях интенсивного использования земельных ресурсов засоление почв становится все более распространенным явлением, требующим комплексного подхода к его мониторингу и управлению. Казахстан обладает значительными площадями засоленных почв и сталкивается с необходимостью разработки эффективных стратегий для их реабилитации и предотвращения дальнейшего распространения. Геопространственное моделирование позволяет интегрировать различные данные, такие как спутниковые снимки, гидрологические и климатические параметры, а также почвенные характеристики, для создания высокоточных и актуальных карт засоленных почв. Внедрение методов дистанционного зондирования, машинного обучения и пространственной аналитики открывает новые возможности для изучения и прогнозирования процессов засоления почв с высокой степенью детализации.

Геопространственное моделирование является мощным инструментом для оценки состояния земельных ресурсов и разработки стратегий их рационального использования. Оно позволяет систематизировать разнородные данные, выявлять основные факторы, влияющие на засоление почв, и разрабатывать рекомендации по их устойчивому использованию.

Использование современных прогностических инструментов повышает точность и эффективность моделирования, обеспечивая своевременное выявление рисков деградации земель. Это, в свою очередь, способствует рациональному управлению земельными ресурсами, разработке превентивных мер по снижению засоления и повышению устойчивости агроэкосистем.

Таким образом, данное исследование направлено на решение одной из актуальных проблем сельскохозяйственного и природоохранного характера, связанной с деградацией почвенного покрова Казахстана. Оно имеет значительное практическое значение для разработки стратегий устойчивого управления земельными ресурсами, а также научную значимость в контексте

развития методов геопространственного анализа и прогнозирования процессов засоления. Полученные результаты будут способствовать повышению экологической устойчивости и обеспечению продовольственной безопасности страны.

Цель исследования - изучить пространственное распределение засоленных почв Казахстана и составить карту степени засоленных почв Казахстана с использованием полевых данных и методов геопространственного моделирования с дальнейшей интеграцией результатов в Национальный геопортал LDN для обеспечения эффективного мониторинга и управления земельными ресурсами.

Для достижения этой цели были определены следующие **задачи**:

- осуществить анализ факторов, влияющих на распространение засоленных почв;
- провести анализ существующих методов геопространственного моделирования, применяемых для анализа распространения засоленных почв и адаптировать наиболее эффективные из них к настоящему исследованию;
- создать почвенную базу данных с анализами засоленности почв;
- произвести геопространственное моделирование засоленности почв Казахстана и оценить точность использованного моделирования;
- интегрировать карту по степени засоленных почв в Национальный геопортал LDN.

Объект исследования - засоленные почвы Казахстана.

Предмет исследования - геопространственное моделирование засоленных почв на территории Казахстана.

Источники материалов исследования. В настоящем исследовании использованы различные категории исходной информации. Архивные данные, содержащие сведения о физико-химических свойствах почв, были получены из базы данных РГП на ПХВ «Государственный институт проведения работ по обследованию земель» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Картографические материалы предоставлены Казахским научно-исследовательским институтом почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова. Данные дистанционного зондирования Земли, включая спутниковые снимки MODIS, использованы из общедоступных открытых источников. Также в работе были использованы почвенно-картографические материалы, любезно предоставлены доктором сельскохозяйственных наук Н.Б. Хитровым.

Методика исследования. Теоретическо-методологической основой диссертационного исследования являются сравнительно-географический, картографический, ГИС-технологический, маршрутный методы, полевые натурные наблюдения, дешифрирование данных дистанционного зондирования, статистическая обработка результатов географических исследований. Диссертационное исследование носит междисциплинарный характер.

В основу работы положены результаты 10-летних исследований автора, выполненные по территории Казахстана на базе экспедиций отдела географии, генезиса и оценки почв ТОО «Казахский научно-исследовательский институт

почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова» НАО НАНОЦ МСХ РК. Для систематизации и анализа исходной информации, подготовки исследовательской работы были использованы современные компьютерные технологии. При обработке космических снимков и создании карт было применено программное обеспечение QGIS, Google Earth Engine. Моделирование проводилось в программе Rstudio.

Научно-практическая значимость исследовательской работы заключается в разработке геопространственной модели для прогнозирования засоления почв на территории Казахстана и внедрения модели (карты) в Национальный геопортал по нейтральному балансу деградации земель (LDN) Казахстана

Научная новизна исследования заключается в применении геопространственного моделирования для составления карты по степени засоления почв Казахстана и в оценке точности полученных результатов. Полученные результаты интегрированы в Национальный геопортал для обеспечения эффективного мониторинга и управления земельными ресурсами.

К числу положений, отражающих **научную новизну проведенного исследования**, можно отнести следующие:

- впервые составлена карта по степени засоления почв Казахстана и оценена ее точность.

- впервые результаты геопространственного моделирования и карты засоленности почв были интегрированы в Национальный геопортал по нейтральному балансу деградации земель (LDN). Это обеспечивает доступ к данным широкому кругу пользователей и способствует гармонизации данных о почвах на международном уровне.

- впервые создана единая почвенная база данных засоленных почв Казахстана

Положения, выносимые на защиту:

1. При геопространственном моделировании засоленных почв Казахстана по анализу главных компонент методом главных компонент (МГК) наиболее информативными прогностическими показателями являются пять главных компонент, которые объясняют более 85% дисперсии данных.

2. Согласно составленной карты засоленных почв Казахстана, площадь засоленных почв республики составляет 1 472 811 км² и точность составляет R 0.68.

3. Внедрение карты засоленных почв в Национальный геопортал по нейтральному балансу деградации земель (LDN) способствует выполнению обязательств по нейтральному балансу деградации земель Казахстана до 2030 года и вносит вклад в гармонизацию геопространственных данных о засоленности почв в мире.

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Проанализированы и систематизированы научно-методологические основы геопространственного моделирования засоленных почв.

2. В результате проведенных исследований адаптирована интегративная модель, использующая данные дистанционного зондирования, почвенные карты и методы цифрового картографирования почв. Это обеспечило построение цифровой карты засоленных почв с возможностью оценки пространственной variability засоления.

3. Применение метода главных компонент позволило выявить ключевые факторы, влияющие на пространственное распространение засоленных почв. Первые пять главных компонент объясняют более 85% дисперсии данных, что подтверждает их высокую информативность: PC1 (45%) – спектральные индексы (характеристики отражательной способности поверхности Земли); PC2 (20%) – топографические характеристики (уклон, высота) и индексы растительного покрова; PC3 (15%) – почвенные параметры (влажность, механический состав, общая сумма солей); PC4 (8–10%) – спектральный индекс SI5, отражающий особенности разных типов почв; PC5 (7%) – климатические и геологические факторы.

4. Создана единая почвенная база данных засоленных почв Казахстана.

5. Анализ геопространственного распределения почв по содержанию общей суммы солей позволил определить площади, соответствующие различным степеням засоления почв. Установлено, что наибольшую площадь занимают незасоленные и слабозасоленные почвы, в то время как участки с высокой степенью засоления встречаются значительно реже. Согласно полученным данным:

1. Незасоленные почвы ($\leq 0,25\%$) - 1 253 389 км²;
2. Слабозасоленные почвы (0,25–0,5%) - 972 137 км²;
3. Среднезасоленные почвы (0,5–1,0%) - 463 193 км²;
4. Сильнозасоленные почвы (1,0–2,0%) - 36 325 км²;
5. Солончаки ($>2,0\%$) - 1 156 км².

Полученные результаты свидетельствуют о преобладании почв с низким уровнем засоления почв, что имеет важное значение для оценки агроэкологического потенциала территорий и разработки стратегий устойчивого землепользования.

6. Составленная тематическая карта наглядно отражает пространственное распределение почв, классифицированных по степени засоления. Общая площадь засоленных почв на территории Казахстана, по данным данной карты, составляет **1 472 811 км²**.

7. Составленная карта засоленных почв внедрена в Национальный геопортал по нейтральной деградации земель (LDN) Казахстана.

Личный вклад автора в решение поставленных задач диссертационного исследования заключается:

- в разработке идеи, формулировке целей и основных задач исследования, сборе и систематизации исходных данных;
- в выборе и закладке почвенных профилей на территории Казахстана;
- в организации и проведении полевых работ совместно с научными сотрудниками «Казахского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии им. У.У.Успанова» НАО НАНОЦ МСХ РК;

– в создании почвенной базы данных засоленных почв Казахстана на основе ретроспективных данных и новых полевых данных;

– в обработке полученных полевых данных и материалов дистанционного зондирования Земли различных лет съемки, подготовке и публикаций полученных научных результатов по тематике проведенного исследования в рейтинговых журналах. Основные положения научных статей отражены в разделах диссертации на соискание ученой степени PhD.

Связь с планом основных научных работ и международными проектами. Частично полевые исследования диссертационной работы выполнены в рамках проектов:

1. Программно-целевого финансирования на 2021-2023 гг. по теме: «Научно-технологическое обеспечение сохранения и воспроизводства плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (ИРН BR10764865). Задача 3 «Создание базы данных заболоченных и засоленных почв»;

2. Международный проект ФАО/ГЭФ «Комплексное управление природными ресурсами в засушливых и засоленных сельскохозяйственных производственных ландшафтах в Центральной Азии и Турции (ИСЦАУЗР-2)», компонент 2 – «Картографирование почвенных ресурсов с использованием ГИС-технологий»;

3. Последние результаты исследования выполнены в рамках программно-целевого финансирования МНВО РК на 2023-2025 гг. «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии» (ИРН BR21882122).

Апробация работы. Основные результаты и положения данного диссертационного исследования докладывались и обсуждались:

– на первом Международном географическом конгрессе стран тюркского мира, 18-20 апреля 2024 г., г. Туркестан, Республика Казахстан;

– втором совещании Международной сети по проблемам засоленных почв (INSAS), организованном Глобальным почвенным партнерством (GSP) и Субрегиональным Евразийским почвенным партнерством (EASP) (22-26 мая 2023 г. в г. Ташкенте и Нукус, Республика Узбекистан).

По материалам диссертационного исследования опубликовано 3 печатные работы, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в базу Scopus и Web of Science Q-1, глава в книге серии Advances in Understanding Soil Degradation, Springer Nature.

Структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 111 стр., состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников 129, приложений 1, 17 таблиц и 48 рисунков.