

АННОТАЦИЯ

на диссертационную работу Гауһар Мусайф на тему
«Постклассификационный анализ землепользования агропромышленного района» на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07302 –Геодезия»

Общая характеристика работы Исследование направлено на выявление движущих механизмов и оценку тенденций устойчивого развития районов Акмолинская область, включающих агропромышленный комплекс, город и национальный природный парк, на основе постклассификационного анализа землепользования и земного покрова (Land Use and Land Cover – LULC) с интегральным использованием пространственно-временных данных, а также экономических, экологических и социальных показателей. Работа представлена в виде серии статей, опубликованных в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

Актуальность темы исследования. В Казахстан большинство ранее выполненных исследований агропромышленных районов в основном ограничивались оценкой изменений классов землепользования и земного покрова (LULC) посредством их классификации и анализа изменений (Change Detection), при этом межкатегориальные преобразования оставались недостаточно изученными. Кроме того, отсутствуют исследования, посвящённые выявлению движущих механизмов и оценке тенденций устойчивого развития районов Акмолинская область, включающих агропромышленный комплекс, город и национальный природный парк, на основе постклассификационного анализа LULC с интегральным использованием пространственно-временных данных, а также экономических, экологических и социальных показателей.

Результаты современных научных исследований и прикладных работ в области геоинформационных технологий подтверждают, что интеграция инструментов ГИС и данных дистанционного зондирования Земли позволяет перейти от описательной оценки земель к построению многофакторных моделей пригодности. Такой подход даёт возможность выявлять ключевые факторы, влияющие на продуктивность, а также научно обоснованно формировать варианты пространственного зонирования территорий.

Цель исследования:

Определение движущих механизмов в районах Акмолинская область, включающих агропромышленный комплекс, город и национальный природный парк, а также оценка устойчивости тенденций их развития на основе постклассификационного анализа землепользования и земного покрова (LULC) с интегральным использованием пространственно-временных данных, экономических, экологических и социальных показателей.

Задачи исследования:

С учётом пространственных характеристик агропромышленного комплекса, города и национальных природных парков, расположенных в агропромышленных районах, исследование включает следующие задачи:

1. Определить чистые изменения классов землепользования и земного покрова (LULC) посредством анализа изменений (Change Detection) на основе оценки эффективных методов классификации данных дистанционного зондирования Земли, их точности, а также возможностей интеграции гетерогенных снимков.

2. Оценить интенсивность обменов и устойчивость между категориями земель с целью изучения долгосрочных направлений изменений LULC.

3. Определить случайный или системный характер изменений классов LULC.

4. Выявить множественные линейные корреляции между классами LULC и статистическими данными (экономическими, социальными и экологическими показателями).

5. Определить движущие силы, влияющие на территориальное развитие, с использованием Principal Component Analysis (PCA).

6. Оценить тенденции развития района посредством интегрированного четырёхэтапного анализа экономической, социальной, экологической статистической информации и пространственно-временных данных.

Методы исследования. Представлена техническая блок-схема картографирования землепользования/земного покрова (LULC), анализа движущих механизмов и оценки устойчивого развития Бурабайский район. Методы классификации LULC для успешной классификации LULC на платформе Google Earth Engine были протестированы три алгоритма: Random Forest (RF), Classification and Regression Trees (CART) и Support Vector Machine (SVM). Объективность классификации LULC, выполненной методом RF на основе снимков Landsat 5 / Landsat 7 / Landsat 8, была проверена по трём источникам данных:

1. Сравнение с данными WorldCover v2 (2021);

2. Проведение классификации LULC по снимкам Sentinel-2 (пространственное разрешение 10 м) за период 2016–2021 гг. с использованием того же алгоритма RF, что и для Landsat 5/7/8;

3. Сравнение с реальными снимками Planet imagery (пространственное разрешение 6 м).

В целом все три источника данных подтвердили высокую объективность классификации LULC в Бурабайский район за период 1999–2021 гг.

Объект исследования. агропромышленный район Бурабай Акмолинской области.

Основные положения, выносимые на защиту. Основные положения, выносимые на защиту, вытекают из поставленных задач исследования:

1. Разработка методического комплекса на основе анализа научной литературы с учётом особенностей исследуемых районов.

2. Определение чистых изменений классов землепользования и земного покрова (LULC) посредством анализа изменений (Change Detection) на основе оценки эффективных методов классификации данных дистанционного зондирования Земли, их точности, а также возможностей интеграции гетерогенных снимков.

3. Оценка интенсивности обменов и устойчивости между категориями земель при исследовании долгосрочных тенденций изменений LULC.

4. Определение случайного или системного характера изменений классов LULC.

5. Выявление множественных линейных корреляций между классами LULC и статистическими данными (экономическими, социальными и экологическими показателями).

6. Определение движущих сил, влияющих на территориальное развитие, с использованием Principal Component Analysis (PCA).

Описание основных результатов исследования За период 1999–2021 гг. наибольшие изменения претерпели пастбищные земли, площадь которых сократилась на 16,69%, тогда как пашни увеличились на 14,72%. Лесные территории незначительно возросли (+1,81%), земли застройки — на 0,16%, водные объекты — на 0,01%. Анализ матриц переходов показал, что 17,5% новых пахотных земель были систематически преобразованы из пастбищ. Также выявлены систематические переходы пастбищ в леса (1,41%) и случайные переходы лесных земель в застроенные территории. Согласно результатам Principal Component Analysis (PCA), первый главный компонент (F1) объясняет 48,7% дисперсии и отражает экономический рост (объём продукции хозяйств, среднемесячная заработная плата, инвестиции в основной капитал). Второй компонент (F2), объясняющий 31,2% дисперсии, связан с вегетационными индексами (EVI, NDVI, NDWI) и климатическими характеристиками. Регрессионный анализ подтвердил, что изменения площадей пашен, лесов и земель застройки положительно коррелируют с F1, тогда как пастбищные земли имеют отрицательную корреляцию. Интегральный индекс устойчивого развития продемонстрировал положительную динамику с ростом в 2011, 2016 и 2020 годах, а также резким снижением в 2021 году вследствие воздействия пандемии COVID-19.

Связь научного исследования с государственными программами. Исследование выполнено под руководством профессора О.Э. Алипбеки в 2021–2023 годах, при участии докторанта в качестве исполнителя проекта в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по проекту IRN BR10764919.

В ходе исследования разработана техническая блок-схема оценки устойчивого развития. Её отличительными особенностями являются: сравнение с данными WorldCover v2 (2021); проведение классификации LULC по снимкам Sentinel-2 (пространственное разрешение 10 м) за 2016–2021 гг. с использованием алгоритма Random Forest (RF), аналогично данным Landsat 5 / Landsat 7 / Landsat 8; а также сравнение с реальными снимками Planet imagery (пространственное разрешение 6 м). В целом все три

источника данных подтвердили высокую объективность классификации LULC в Бурабайский район за период 1999–2021 гг. Впервые проведён комплексный анализ пространственных и временных изменений землепользования в агропромышленных районах за 1999–2021 годы, установлена их динамика. С использованием платформы Google Earth Engine предложен автоматизированный метод классификации землепользования на основе многолетних данных дистанционного зондирования Земли. Выявлены постклассификационные изменения и тенденции землепользования, что сформировало научную основу для современного управления и планирования земельных ресурсов.

Вклад докторанта в подготовку публикаций. По результатам исследования опубликовано 19 научных трудов, в том числе: 3 статьи уровня Q1 в базе Scopus (вклад 87% и 90%), 1 статья уровня Q3, 2 статьи в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, 10 статей в международных научно-практических журналах и материалах конференций, а также получено 3 свидетельства о регистрации авторского права.

В статье, опубликованной в Sustainability (MDPI), Vol. 15(9), May 2023, pp. 1–36, *“Untangling the Integral Impact of Land Use Change, Economic, Ecological and Social Factors on the Development of Burabay District (Kazakhstan) during the Period 1999–2021”*, докторант является первым автором. Все расчёты, написание и оформление статьи выполнены при личном участии докторанта. Научная проблема была самостоятельно определена, поставлены цель и задачи исследования, разработаны методы.

Докторант провёл всесторонний обзор литературы по теме исследования, выполнил качественную и количественную оценку пространственно-временных изменений. Кроме того, подготовил первоначальные версии статей, включающие введение, методы, результаты и заключение, оформил графические материалы и активно участвовал в редактировании окончательных версий публикаций.

Публикации в базах данных Scopus и Web of Science

1. Alipbeki O., Mussaif G., Alipbekova C., Kapassova A., Grossul P., Aliyev M., Mineyev N.* *Untangling the Integral Impact of Land Use Change, Economic, Ecological and Social Factors on the Development of Burabay District (Kazakhstan) during the Period 1999–2021*. Sustainability (MDPI), 2023, 15, 7548. Q1. Impact Factor: 3.889. CiteScore: Докторант является корреспондирующим автором. Научная проблема была самостоятельно определена, сформулированы цель и задачи исследования, разработаны методы.

2. Alipbeki O., Alipbekova C., Mussaif G., Grossul P., Zhenshan D., Muzyka O., Turekeldiyeva R., Yelubayev D., Rakhimov D., Kupidura P., Alikan E. *Analysis and Prediction of Land Use/Land Cover Changes in Korgalzhyn District, Kazakhstan*. Agronomy, 2024, 14, 268. Q1. CiteScore: Вклад докторанта: анализ исходных пространственных данных; обработка материалов дистанционного

зондирования; выполнение геоинформационного анализа и тематического картографирования в среде ArcGIS (классификация земель, расчёт показателей); подготовка и редактирование текста статьи.

3. Alipbeki O., Grossul P., Rakhimov D., Kupidura P., Alipbekova C., Musaif G., Turekeldiyeva R., Augambaev K., Begaliyeva M. *Ecosystem Health Assessment of the Zerendy District, Kazakhstan*. Sustainability (MDPI), 2025, 17, 277. Q1. CiteScore: Вклад докторанта: выполнение геоинформационного анализа и тематического картографирования, классификация земель и проведение постклассификационного анализа.

4. Alipbeki O., Ch. Alipbekova, G. Mussaif, N. Mineyev, M. Aliyev, B. Akhmetov, R. Turegeldiyeva. *The Driving Forces of Changes in Land Use of a Peri-Urban Area: The Case of Tselinograd District, Kazakhstan*. E3S Web of Conferences, Volume 386, 2023, Article 05013. Q3. Вклад докторанта: участие в разработке методологии дистанционного зондирования и постклассификационного анализа.

КОКНВО МНВО РК:

1. Alipbeki O., Oryngozhin Ye., Musaif G., Abaeva K., Tajetdinov N., Bidauletova G., Mendybaeva G., Tuzelbai S.* *Engineering-Geodesic Equipment of the Territory Used by Using Geoinformation Systems*. Издәністер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2024, №3 (103). Вклад докторанта: геодезический анализ, подготовка и редактирование текста статьи.

2. Мусайф Г., Төлеубекова Ж.З., Ахмадия А. *Анализ изменений землепользования в агрогородской территории Целиноградского района на основе данных дистанционного зондирования и геодезических данных*. Гидрометеорология и экология, №3 (118), 2025. 2025 <https://doi.org/10.54668/2789-6323-2025-118-3-127-140> Докторант является корреспондирующим автором. Вклад: разработка и формирование концепции исследования; комплексный анализ научной литературы; обработка и анализ данных с использованием технологий геоинформационных систем; интерпретация полученных результатов; подготовка текста статьи.