

Научная статья

Original article

УДК 574:502

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_12\_604

**АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНО-  
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ ГЕОПАРКА  
ТОРАТАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ  
ANALYSIS OF THE GEOECOLOGICAL STABILITY OF THE NATURAL-  
TERRITORIAL COMPLEX ON THE EXAMPLE OF THE TORATAU  
GEOPARK USING GIS TECHNOLOGIES**



*Работа выполнена в рамках гранта в форме субсидий в области науки для государственной поддержки молодых ученых Республики Башкортостан № 875/078/31/3/01/66054.*

**Шафеева Элина Ильгизовна**, канд.с.-х.наук, доцент кафедры кадастра недвижимости и геодезии, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа [shafeeva20081@rambler.ru](mailto:shafeeva20081@rambler.ru)

**Мифтахов Ильнур Ринатович**, младший научный сотрудник НОЦ, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа

**Shafeeva Elina Ilgizovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre and Geodesy, Bashkir State Agrarian University, Ufa [shafeeva20081@rambler.ru](mailto:shafeeva20081@rambler.ru)

**Miftakhov Ilnur Rinatovich**, Junior Researcher of the REC, Bashkir State Agrarian University, Ufa

**Аннотация.** Статья представляет собой глубокий анализ геоэкологической устойчивости природно-территориального комплекса, сосредоточенного на геопарке «Торатау». В исследовании используется геоинформационная система

(ГИС), что позволяет более точно и всесторонне оценить воздействие человеческой деятельности на природные экосистемы. Статья начинается с обзора текущего состояния геоэкологической системы геопарка «Торатау». Применение ГИС-технологий позволяет провести детальный анализ землепользования, динамики изменения природных ландшафтов, и определения антропогенной нагрузки на территорию.

Особое внимание уделяется интеграции данных о численности сельского населения, изменениях в структуре землепользования и наличии геопарка в общую картину воздействия на природные ресурсы. Авторы выявляют тенденции субурбанизации, анализируют их влияние на биоразнообразие и инфраструктуру. Дополнительно, статья рассматривает результаты анализа антропогенного воздействия на территории геопарка «Торатау», включая проблемы нарушенных земель и экологических последствий деятельности по добыче полезных ископаемых.

Используя ГИС, исследование позволяет выявить особенности структуры антропогенной нагрузки в различных районах геопарка. Авторы выделяют участки с высоким уровнем антропогенного воздействия и оценивают их влияние на экосистемы. В заключение, статья подчеркивает важность использования ГИС-систем для анализа и мониторинга геоэкологической устойчивости, а также предоставляет научные основы для разработки стратегий устойчивого развития природных территорий, включая геопарки.

**Abstract.** The article is an in-depth analysis of the geoeological stability of the natural-territorial complex focused on the Toratau geopark. The study uses a geoinformation system (GIS), which allows for a more accurate and comprehensive assessment of the impact of human activity on natural ecosystems.

The article begins with an overview of the current state of the geoecosystem of the Toratau Geopark. The use of GIS technologies allows for a detailed analysis of land use, the dynamics of changes in natural landscapes, and the determination of anthropogenic load on the territory. Particular attention is paid to the integration of data on the rural population, changes in the structure of land use and the presence of a

geopark into the overall picture of the impact on natural resources. The authors identify the trends of suburbanization, analyze their impact on biodiversity and infrastructure. Additionally, the article examines the results of the analysis of anthropogenic impact on the territory of the Toratau geopark, including the problems of disturbed lands and the environmental consequences of mining activities. Using GIS, the study makes it possible to identify the features of the structure of anthropogenic load in various areas of the geopark. The authors identify areas with a high level of anthropogenic impact and assess their impact on ecosystems. In conclusion, the article emphasizes the importance of using GIS systems for the analysis and monitoring of geocological sustainability, and also provides a scientific basis for the development of strategies for the sustainable development of natural areas, including geoparks.

**Ключевые слова:** геоэкология, устойчивость природно-территориального комплекса, geopark «Торатау», ГИС-системы, антропогенная нагрузка, субурбанизация, биоразнообразие, экологическая напряженность, стратегии устойчивого развития, экосистемы

**Keywords:** geocology, sustainability of the natural-territorial complex, Toratau geopark, GIS systems, anthropogenic load, suburbanization, biodiversity, ecological tension, sustainable development strategies, ecosystems

### Введение

В современном мире, где беспрецедентные вызовы биоразнообразия и угрозы для окружающей среды становятся все более актуальными, geopарки выступают важным фронтом в борьбе за сохранение природных и культурных ценностей. Эта статья посвящена исследованию ключевой роли geopарков в современном контексте, где их значение становится неотъемлемым фактором устойчивого развития.

Geopарки представляют собой уникальные территории, где биологическое разнообразие и культурное наследие переплетаются, создавая уникальный симбиоз. В таких местах не только сохраняется уникальная флора и фауна, но и

прослеживается богатая история и культурные традиции, которые становятся основой для экологической устойчивости и гармонии с природой.

Геопарки, как платформы для сохранения и образования, обеспечивают плодотворную почву для усилий по охране биоразнообразия. Их роль в формировании экосистем, просвещении общества и обеспечении устойчивого использования ресурсов приобретает стратегическое значение.

Современные экологические проблемы создают препятствия для естественного процесса самовосстановления и адаптации геосистем. Исследования в данной области не только акцентируют внимание на актуальности этой темы, но также играют важную роль в формировании концепции устойчивости геосистем.

Концепция устойчивости геосистем направлена на регулирование антропогенных воздействий на природно-территориальные комплексы. Её целью является обеспечение необходимого запаса прочности геосистем, способных справляться с внешними воздействиями и поддерживать свою функциональность. В этом контексте, ключевыми аспектами концепции являются планирование и реализация мероприятий по восстановлению и сохранению природной среды [6].

Целью данного исследования является разработка и обоснование концепции устойчивости геосистем, ориентированной на регулирование антропогенных воздействий на природно-территориальные комплексы на примере геопарка Торатау.

Материалы и методы исследования В процессе нашего исследования мы стремились не просто решить поставленные задачи, а создать инновационный методологический подход, основанный на синтезе научных концепций и принципов рационального природопользования. Наша работа базировалась на методиках оценки экологической устойчивости, разработанных выдающимися отечественными и зарубежными учеными, а также на специализированной литературе, охватывающей обширный спектр тем от экологии до компьютерного моделирования.

Эмпирическая база исследования охватывала разнообразные источники данных: статистические показатели, картографические материалы, результаты почвенных обследований и климатические наблюдения. Мы воспользовались информацией из фондовых материалов органов статистики Управления Росреестра по Республике Башкортостан, а также данных, которые были получены во время выполнения государственного контракта «Работы по почвенному обследованию, оцифровке и корректировке электронных почвенных карт, формированию экспликаций почвенных разновидностей и угодий земельных участков сельскохозяйственного назначения на территории муниципальных районов Республики Башкортостан». Также в нашем распоряжении были материалы смежных научных исследований [6,7].

В рамках нашего исследования мы использовали метод Кочурова (таблица 1) [2,3]. Группировка земель в зависимости от степени антропогенной нагрузки позволяет оценить уровень антропогенных изменений на территории с использованием сопоставимых показателей. Эти показатели включают коэффициенты абсолютной ( $K_a$ ) и относительной ( $K_o$ ) напряженности эколого-хозяйственной ситуации, которые рассчитываются согласно следующим формулам 1,2,3:

$$K_a = A_{H6}/A_{H1} \quad (1)$$

$$K_o = (A_{H4} + A_{H5} + A_{H6}) / (A_{H1} + A_{H2} + A_{H3}) \quad (2)$$

$$K_{ez} = P_{сф}/P_o \quad (3)$$

Таблица 1 - Метод Кочурова для оценки эколого-хозяйственного состояния

Наименование коэффициента	Используемые данные	Характеристика изменения значений
Коэффициент абсолютной экологической напряженности	учитываются площади с высокой и низкой антропогенной	$K_a$ – чем выше значение коэффициента, тем напряженнее

	нагрузкой	ситуация
Коэффициент относительной экологической напряженности	учитываются площади различных видов антропогенной нагрузки	$Ko \leq 1$ – напряженность ЭХС территории сбалансирована $Ko$ – чем выше значение коэффициента, тем напряженнее ситуация
Коэффициент естественной защищенности территории	Используется $Pcf = AN1 + 0,8AN2 + 0,6AN3 + 0,4AN4$ и $Po$ – площадь исследуемой территории	$Kез$ – чем выше значение коэффициента, тем благополучнее ситуация $Kез < 0,5$ – критический уровень защищенности территории

Также нами во время исследования применялись разнообразные методы и приемы, включая сравнительный анализ, логическое прогнозирование, статистическое и математическое моделирование, метод кластерного анализа и ландшафтное картографирование. Этот гармоничный подход позволил нам не только решить поставленные задачи, но и создать основу для инновационных подходов к вопросам устойчивого развития и эффективного природопользования.

Результаты исследования и их обсуждения

Районом исследования является геопарк «Торатау» — это уникальное природное образование, занимающее значительную часть территории в центральной части Республики Башкортостан. Его создание было инициировано Указом Врио Главы Республики Башкортостан и распоряжением Правительства Республики Башкортостан от 18 января 2019 года под номером 19-р. В настоящее время геопарк «Торатау» обладает статусом республиканского значения, что подчеркивает его важность в контексте сохранения природного наследия и стимулирует развитие туризма в регионе. Он охватывает территории Ишимбайского, Стерлитамакского, Гафурийского и Мелеузовского муниципальных районов. Заинтересованность в сохранении и признании уникальности геопарка расширяется за пределы республики. В марте 2021 года геопарк «Торатау» был включен в список кандидатов на вступление в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО. На рисунке 1 представлена географическое расположение геопарка «Торатау» на карте Республики Башкортостан.

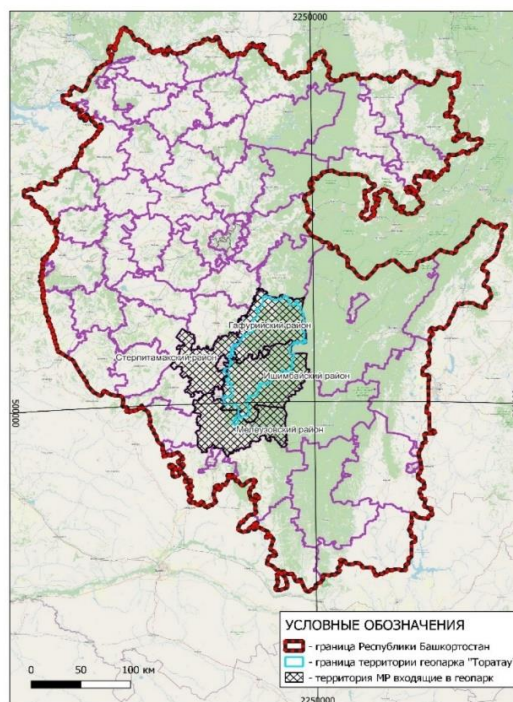


Рисунок 1 - Географическое расположение геопарка «Торатау» на карте Республики Башкортостан

Геопарк «Торатау» представляет собой уникальное сочетание природных красот, геологических особенностей и культурного наследия, которое привлекает внимание как на уровне региона, так и на мировой арене. С его площадью в 4727 тыс. км<sup>2</sup>, он становится важным объектом для изучения и сохранения природного богатства Республики Башкортостан.

В исследованиях были определены площади районам входящих в границы геопарка Торатау, 3145,67 га - Мелеузовский район, 3555,01 га – Стерлитамакский район, 223252,86 га – Ишимбайский район и 242012,35 га – Гафурийский район (рисунок 2).

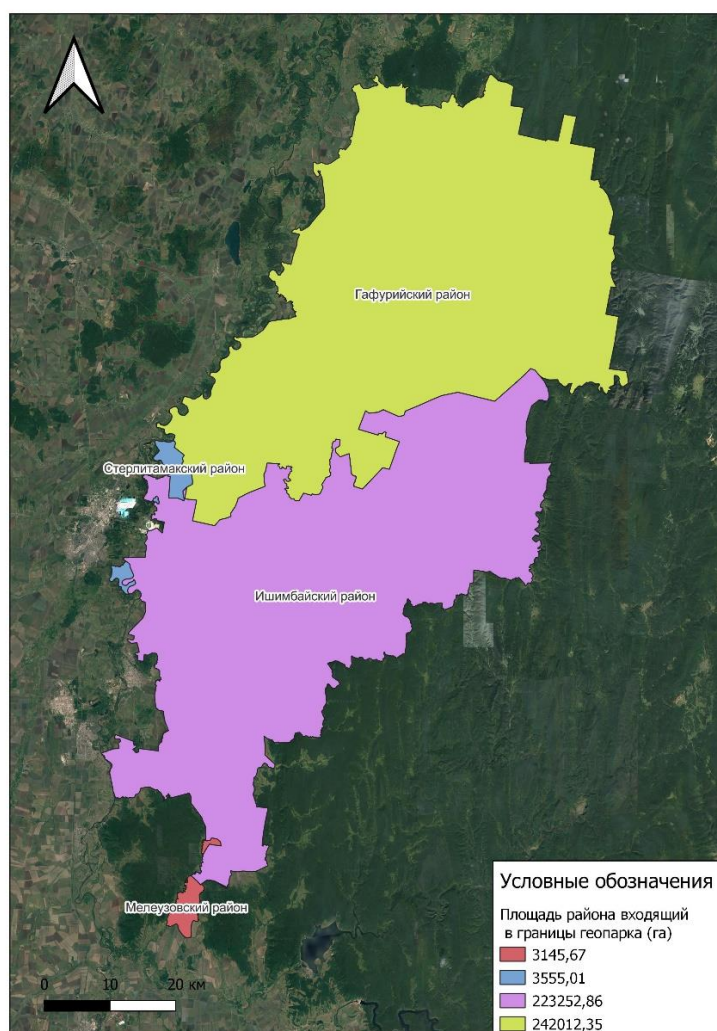


Рисунок 2 – Районы входящие в геопарк «Торатау»



Территория геопарка «Торатау» расположен в 3 природных зонах: горнолесная зона, хвойно-широколиственные леса и зона лесостепная. Более 70 % территории геопарка «Торатау» занимает горнолесная зона.

Природно-географические условия оказывают существенное влияние на развитие регионов, определяя их потенциальную устойчивость и формируя характеристики коренных экосистем. Этот аспект был выделен в работах ученых, в том числе А.С. Мартыновым, который подчеркнул, что потенциал устойчивости территории России обладает выраженным широтным характером изменения.

Современный рельеф территории представляет собой результат воздействия долгосрочных внешних (экзогенных) и внутренних (эндогенных) сил геологического развития, а также воздействия антропогенных процессов на формирование рельефа.

Экзогенные силы, такие как ветер, вода, лед, и другие природные факторы, влияют на поверхность земли, приводя к формированию различных ландшафтов. Эндогенные силы, включая тектонические движения, вулканизм и сейсмическую активность, также оказывают воздействие на рельеф, формируя горы, долины и другие геоморфологические элементы.

Важным аспектом в изучении рельефа являются антропогенные процессы. Человеческая деятельность, такая как городское строительство, добыча полезных ископаемых, и другие виды экономической деятельности, могут изменять естественный ландшафт, создавать искусственные элементы рельефа и влиять на экосистемы.

Таким образом, понимание природно-географических условий и их воздействия на рельеф не только является ключевым для научного понимания геологической и географической истории региона, но также имеет практическое значение для разработки устойчивых стратегий управления природными ресурсами и сохранения экологического баланса.

Результаты исследования цифровой модели рельефа территории геопарка Торатау, созданной с использованием данных спутниковой радарной съемки

(SRTM) и географической информационной системы QGIS (рисунок 3), подтвердили следующие выводы [7]:

Орографические элементы в горнолесной зоне: явно выражен рост балок и оврагов, характеризующихся глубокими и крутыми склонами. Это свидетельствует о высокой степени расчленения территории и ярко выраженном влиянии геологических процессов. В данной зоне также отмечается частое проявление карстовых и оползневых явлений, что может оказывать влияние на структуру ландшафта.

Низменности хвойно-широколиственной лесной зоны: Глубина расчленения рельефа в этой зоне средней высоты составляет около 65 метров. Это свидетельствует о более умеренном характере рельефа и более слабом воздействии экзогенных процессов. Низкая энергия рельефа подчеркивает относительную плоскость территории данной зоны.

Увлажнение территории: Геопарк Торатау характеризуется недостаточным увлажнением. На территории присутствуют поверхностные и подземные водные ресурсы, представленные реками, озерами, прудами, водохранилищами и малыми водотоками. Однако, некоторые из них заполняются водой только временно, и уровень влажности является переменным фактором.

Недостаток водных ресурсов в средней зоне: Средние влажные показатели свидетельствуют о наличии воды, но недостаточном количестве для постоянного водоснабжения. Это может влиять на экосистему и потребность в водоснабжении в данной части геопарка.

Таким образом, проведенное исследование выявило разнообразие рельефных особенностей и водных ресурсов на территории геопарка Торатау, что является важным вкладом в понимание природной среды и планирование устойчивого развития данного региона.

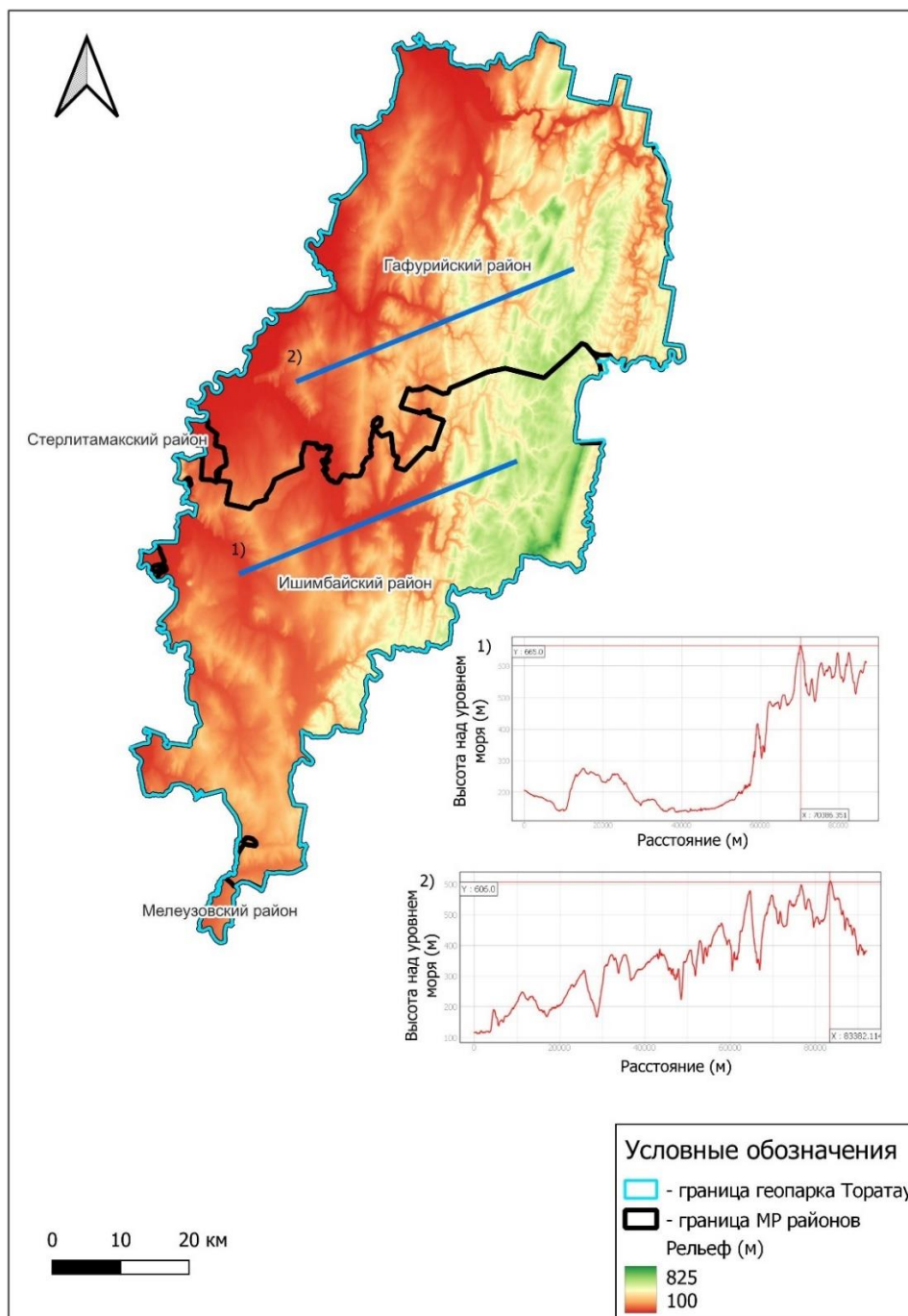


Рисунок 3 - Цифровая модель рельефа территории геопарка Торатау

Рассмотрение геопарков как центров неиндустриального устойчивого развития территорий является актуальным подходом, особенно в контексте деградации сельской местности в России. Сельские территории часто сталкиваются с сокращением численности населения и экономической

нестабильностью (рисунок 4). В этом контексте геопарки, такие как «Торатау», могут сыграть ключевую роль в стимулировании устойчивого развития.

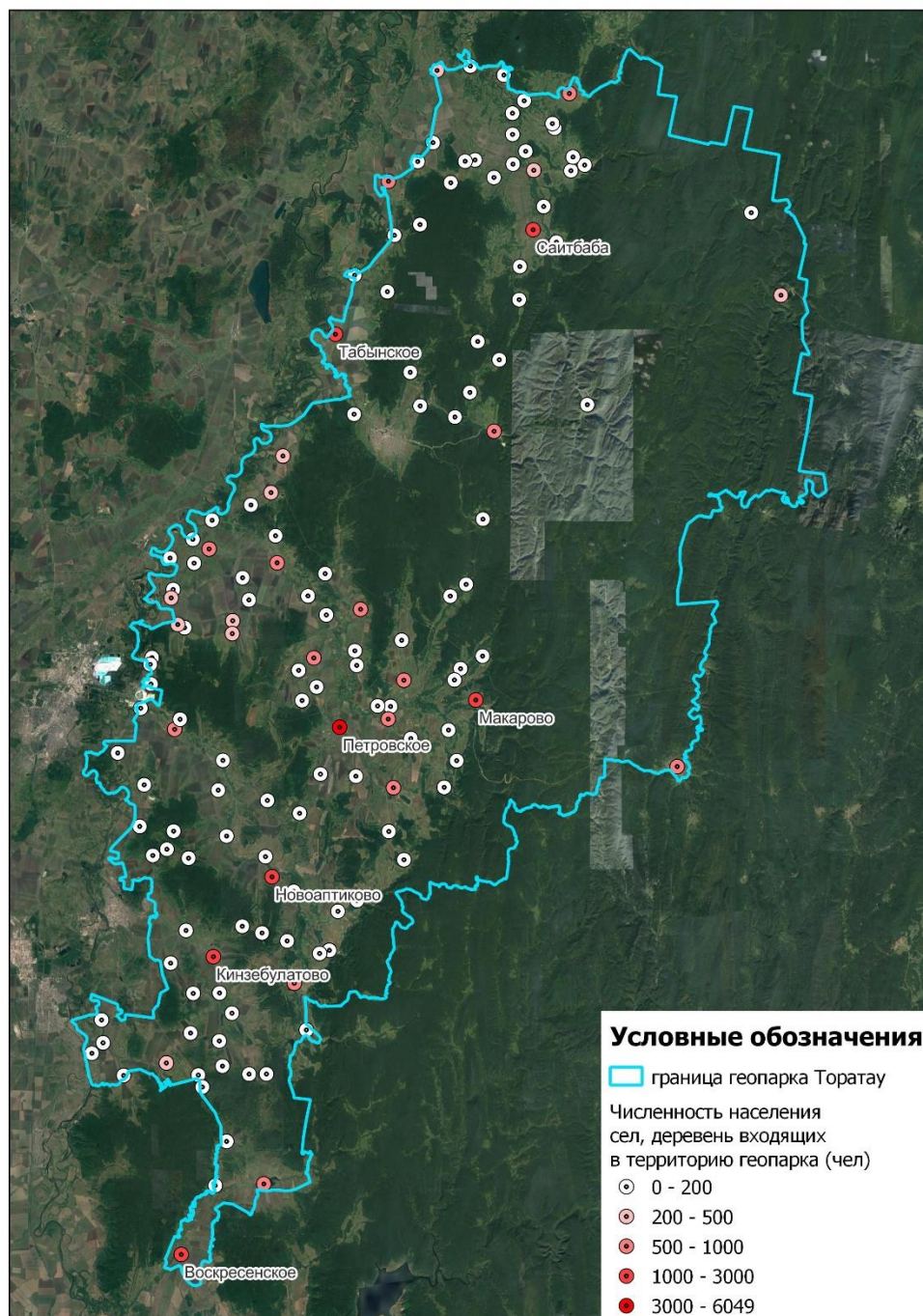


Рисунок 4 – Численность населения сел, деревень входящих в геопарка «Торатау»

Снижение численности сельского населения в муниципальных районах, где расположены геопарки, свидетельствует о вызовах, с которыми сталкиваются сельские поселения. Однако, положительным аспектом является рост численности сельского населения в Стерлитамакском районе, который обусловлен явлением субурбанизации. Это означает увеличение населения в пригородных сельских населенных пунктах г. Стерлитамака.

Субурбанизация может быть важным фактором для устойчивого развития сельских территорий. Этот процесс может способствовать развитию инфраструктуры, улучшению условий жизни и созданию новых возможностей для жителей пригородных поселений. Геопарк, как центр привлечения туристов и развития природных ресурсов, также может способствовать укреплению экономики этих территорий.

Таким образом, геопарки, интегрированные в стратегии устойчивого развития, могут способствовать балансу между сохранением природных ресурсов и стимулированием социально-экономического роста, особенно в сельских поселениях [4,5].

Исследование природно-ландшафтной дифференциации территории важно для полного понимания состояния окружающей среды. Однако, анализ антропогенной нагрузки на ландшафты становится неотъемлемой частью оценки современного состояния территории. Хозяйственное освоение территории отражается через различные виды землепользования, каждый из которых вносит свою степень антропогенного воздействия.

Виды использования земель и степень антропогенной нагрузки:

Неиспользуемые земли: включают природоохранные, охотничье-промысловые и природно-рекреационные земли. Эти территории подвергаются минимальной антропогенной нагрузке, остаются в естественном состоянии.

Сельскохозяйственные земли со сравнительно малой степенью преобразования: к сюда относят сенокосы, пастбища и залежь. Антропогенное воздействие ограничивается сельскохозяйственной деятельностью с небольшим изменением природной среды.

Сельскохозяйственные земли со значительной степенью преобразования: категории включают пахотные и мелиорированные земли. Здесь происходит более значительное воздействие на природную среду в результате сельскохозяйственной деятельности.

Застроенные земли: это включает земли поселений, транспорта, промышленности, и нарушенные земли. Эти территории подвергаются высокой антропогенной нагрузке, часто связанной с нарушением естественного ландшафта.

Особенности антропогенного воздействия на территории геопарка «Торатау»

Нарушенные земли: Преобладающая часть нарушенных земель в Ишимбайском и Гафурийском районе происходит при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ. Это приводит к уничтожению верхнего плодородного слоя земли, вызывая трудности для рекультивации.

В рамках исследования геопарка «Торатау» проведено анализ изменений в земельном фонде, сосредоточенном в Ишимбайском и Гафурийском районах (рисунок 5 и 6). Это обеспечивает более детальное понимание динамики землепользования в регионе, влияющей на природные ресурсы и биоразнообразие.



Рисунок 5 – Земельный фонд МР Ишимбайского района за 2010 и 2022 годы

Из предоставленных данных по земельному фонду Ишимбайского района за 2010 и 2022 годы можно сделать следующие выводы:

Площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 19306,00 га, что может быть связано с различными факторами, такими как изменения в структуре сельского хозяйства, урбанизация или другие экономические и социальные процессы.

Площадь земель населенных пунктов увеличилась на 1468,00 га. Это может указывать на процессы урбанизации, расширение населенных пунктов или изменения в планировке территории.

Земли промышленности, особо охраняемых территорий, водного фонда и земель запаса показывают незначительные изменения, что может свидетельствовать о стабильности в этих сферах.

Площадь земель лесного фонда увеличилась на 17798,00 га. Это может быть связано с природоохранными и лесозащитными инициативами или изменениями в лесном хозяйстве.

Несмотря на изменения в отдельных категориях, общая площадь земельного фонда осталась неизменной, что может свидетельствовать о сбалансированных процессах использования земли в регионе.



Рисунок 6 – Земельный фонд МР Гафурийского района за 2010 и 2022 годы

Исходя из предоставленных данных по земельному фонду Гафурийского района за 2010 и 2022 годы, можно сделать следующие выводы:

Площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 14586,00 га, что может свидетельствовать о структурных изменениях в сельском хозяйстве или увеличении других видов земельного использования.

Площадь земель населенных пунктов увеличилась на 1127,00 га, что указывает на тенденцию урбанизации и возможное расширение городской инфраструктуры.

Рост площади земель лесного фонда на 13400,00 га может свидетельствовать о приоритетах в области сохранения природы и устойчивого лесного хозяйства.



Общая площадь земельного фонда осталась неизменной, что может свидетельствовать о сбалансированном подходе к использованию земель в регионе.

Используя методику Б. И. Кочурова (таблица 2), проведен расчет уровня антропогенной нагрузки, учитывая шестиступенчатую классификацию земель. Этот подход позволяет учитывать специфику территории и вносить коррективы в оценку.

Таблица 2 - Расчет уровня антропогенной нагрузки по методике Б. И. Кочурова [3,4]

Степень антропогенной трансформации	Группы земель	Виды и категории земель
Высшая	АН6	земли промышленности, транспорта городов, поселков, инфраструктуры, нарушенные земли
Очень высокая	АН5	земли орошаемые и осушаемые
Высокая	АН4	пахотные земли, ареалы интенсивных рубок, пастбища, используемые нерационально
Средняя	АН3	многолетние насаждения, рекреационные земли
Низкая	АН2	сенокосы и леса
Очень низкие	АН1	природоохранные и неиспользуемые земли

Понимание степени антропогенной трансформации и группировки земель, особенно с учетом экологических аспектов, является ключевым инструментом для оценки эколого-хозяйственного состояния территории геопарка Торатау (таблица 3).

Таблица 3 - Расчет уровня антропогенной нагрузки районов входящих в геопарк Торатау

Группы земель	Площадь в гектарах			
	Гафурийский район	Ишимбайский район	Мелеузовский	Стерлитамакский
АН6	5857,00	6020,00	9389,00	7876,00
АН5	1,00	0,00	0,00	0,00
АН4	69075,00	82399,00	153252,00	172573,00
АН3	1478,00	4342,00	8042,00	9221,00
АН2	220901,00	302677,00	138446,00	27359,00
АН1	6490,00	4821,00	10915,00	4953,00

Гафурийском районе много мест, где люди сильно меняли природу, например, строили промышленные объекты. И в то же время, есть большие участки, где природа осталась почти нетронутой, в основном, это сенокосы и леса.

Ишимбайском районе в основном большие участки с неизменной природой, особенно это касается сенокосов и лесов. Есть также земли промышленности и городской инфраструктуры, но их площадь немного уменьшилась.

Мелеузовском районе много земель, где природу активно изменяли, в основном, это пахотные земли и места с интенсивной рубкой леса. Однако нет земель, которые были бы специально обработаны для орошения или осушения.

Стерлитамакском районе есть различные участки с разным уровнем изменения природы. Видны большие площади с высокой и средней степенью трансформации. Также присутствуют все типы земель, которые мы рассматривали.

Для оценки антропогенной нагрузки применительно к устойчивости ландшафтов используется второй, несколько упрощенный подход. Шесть групп

земель, выделенные в первом подходе преобразуются в три группы. Из общей структуры землепользования выделяются три основные группы земель: 1) антропогенная нагрузка выше средней (земли промышленности, транспорта, нарушенные земли, орошаемые земли и др.); 2) антропогенная нагрузка ниже средней (леса, водные объекты, земли запаса и др.); 3) средняя антропогенная нагрузка (пастбища, многолетние насаждения, земли сельских населенных пунктов и др.). Оценка антропогенной нагрузки в районах входящих в геопарк Торатау (таблица 4)

Таблица 4 - Оценка антропогенной нагрузки в районах входящих в геопарк Торатау

№	Районы	Площадь земель по антропогенной нагрузке, га						Балл
		Ниже среднего		Средняя		Выше среднего		
1	Гафурийский	1,33%	404 8	75,22 %	22851 6	23,45 %	71238	2
2	Ишимбайский	1,56%	474 5	77,74 %	31114 4	21,08 %	84370	2
3	Мелеузовский	1,40%	426 4	48,89 %	15646 2	49,78 %	15931 8	1
4	Стерлитамакский	1,87%	569 4	17,62 %	39107	79,82 %	17718 1	1

Гафурийский и Ишимбайский районы имеют схожую структуру антропогенной нагрузки с высокой долей средней нагрузки (около 75%). В этих районах также высокий процент высокой антропогенной нагрузки (более 23%). Оба района получили оценку балла 2, указывающую на средний уровень антропогенного воздействия.

Мелеузовский район имеет более равномерное распределение между средней и высокой антропогенной нагрузкой, с баллом 1. Стерлитамакский район выделяется более высокой долей высокой антропогенной нагрузки (почти 80%), также с баллом 1.

Для выявления эколого-хозяйственной напряженности территории мы начали с тщательного анализа структуры землепользования в районах входящих в геопарк Торатау, разбив его на угодья. Этот подход позволил нам определить, насколько сильно земли подверглись антропогенным изменениям (см. Таблицу 5).

Таблица 5 - Структуры землепользования в районах входящих в геопарк Торатау

№	районы и города	Общая	Сельскохозяйственные угодья					строительства (сельхозугодья) и восстановления плодородия	Лесные площади	в лесной фонд
			в том числе							
			всего	пашня	насаждения	сенокосы	пастбища			
1	Гафурийский	303802	88233	42028	353	18805	27047	1	202096	1125
2	Ишимбайский	400259	109168	40708	696	26073	41691	0	276604	3646
3	Мелеузовский	320044	176131	108257	941	21938	44995	0	116508	7101
4	Стерлитамакский	221982	189187	129245	2426	14188	43328	0	13171	6795

№	районы и города	Под водо й	Земли застройк и	Под дорогам и	Болот а	Нарушенн ые земли	Прочи е всего земли
1	Гафурийский	4300	1810	3971	545	76	1645
2	Ишимбайский	1338	1275	4619	224	126	3259
3	Мелеузовский	5312	5125	3933	754	331	4849
4	Стерлитамакск ий	2136	2182	5029	444	665	2373

Далее, сгруппировав земли в зависимости от степени антропогенной нагрузки, мы смогли провести оценку антропогенной преобразованности территории с использованием коэффициентов абсолютной ( $K_a$ ) и относительной ( $K_o$ ) напряженности эколого-хозяйственной ситуации.

Эти коэффициенты стали ключевыми индикаторами, позволяющими нам оценить и сравнить уровень воздействия человеческой деятельности на окружающую среду в сопоставимых единицах. Такой подход не только выделяет области с наибольшей эколого-хозяйственной напряженностью, но и предоставляет количественные показатели для эффективного мониторинга и управления данными территориальными проблемами.

Таблица 6 - Показатели основных коэффициентов эколого-хозяйственного

Наименование коэфф.	Гафурийский район	Ишимбайский район	Мелеузовский	Стерлитамакский
$K_a$	0,90	1,25	0,86	1,59
$K_o$	0,33	0,28	1,03	4,34
$K_{ez}$	0,70	0,71	0,59	0,46

Рсф	211727,60	282527,40	187797,80	101402,00
Ро	303802,00	400259,00	320044,00	221982,00
От общей площади, %	69,69%	70,59%	58,68%	45,68%
Оценка ЭХБ по: (Кочуров, 2003)	Относительно благоприятное	Относительно благоприятное	Удовлетворительное	Удовлетворительное
Балл	3	3	2	2

Гафурийский район: Уровень абсолютной экологической напряженности (Ка) составляет 0,902, что указывает на средний уровень антропогенной нагрузки на территорию. Относительная экологическая напряженность (Ко) с низким значением 0,327 свидетельствует о сбалансированной экологической ситуации.

Ишимбайский район: Высокий коэффициент абсолютной экологической напряженности (Ка) в размере 1,249 может указывать на значительные изменения в экосистеме района. Относительная экологическая напряженность (Ко) с низким значением 0,284 также указывает на относительно устойчивую ситуацию.

Мелеузовский район: Коэффициент абсолютной экологической напряженности (Ка) в размере 0,860 свидетельствует о среднем уровне антропогенной нагрузки. Относительная экологическая напряженность (Ко) немного выше единицы (1,033), что может указывать на некоторое неравновесие в экосистеме.

Стерлитамакский район: Высокий коэффициент абсолютной экологической напряженности (Ка) величиной 1,590 указывает на высокий уровень антропогенной активности. Экстремально высокая относительная экологическая напряженность (Ко) в размере 4,345 свидетельствует о серьезных проблемах в экологической устойчивости района.

Коэффициент естественной защищенности территории (Кез) демонстрирует, что Гафурийский и Ишимбайский районы имеют более благоприятные условия, чем Мелеузовский и Стерлитамакский районы.

#### Выводы или заключения

Из проведенного анализа статьи видно, что снижение численности сельского населения в муниципальных районах с геопарками представляет собой серьезный вызов для сельских поселений. Тем не менее, положительным явлением является рост численности сельского населения в Стерлитамакском районе, связанный с явлением субурбанизации в пригородных сельских населенных пунктах.

Субурбанизация выделяется как важный фактор для устойчивого развития сельских территорий. Этот процесс способствует улучшению инфраструктуры, условий жизни и созданию новых возможностей для жителей пригородных поселений. Геопарк, как центр привлечения туристов и развития природных ресурсов, также может способствовать укреплению экономики этих территорий.

Авторы подчеркивают важность интеграции геопарков в стратегии устойчивого развития, чтобы достигнуть баланса между сохранением природных ресурсов и стимулированием социально-экономического роста в сельских поселениях.

Исследование природно-ландшафтной дифференциации территории также признается важным для полного понимания состояния окружающей среды. Однако, подчеркивается, что анализ антропогенной нагрузки на ландшафты становится неотъемлемой частью оценки современного состояния территории.

Статья предоставляет подробный анализ видов использования земель и степени антропогенной нагрузки. Отмечается, что сельскохозяйственные земли с различными степенями преобразования и застроенные земли оказывают разное воздействие на окружающую среду.

Анализируя антропогенное воздействие на территории геопарка "Торатау", выделяется проблема нарушенных земель, преимущественно связанная с деятельностью по добыче полезных ископаемых. Это, в свою очередь, создает трудности для рекультивации нарушенных участков земли.

Исследование земельного фонда в Ишимбайском и Гафурийском районах дает важные выводы о динамике землепользования. Сокращение площади сельскохозяйственных земель может быть связано с изменениями в сельском хозяйстве, в то время как увеличение площади населенных пунктов указывает на урбанизационные процессы.

Исследование структуры антропогенной нагрузки в районах, входящих в геопарк Торатау, демонстрирует разнообразие уровней воздействия человеческой деятельности на природные экосистемы. Гафурийский и Ишимбайский районы характеризуются высокой долей средней и высокой антропогенной нагрузки, с оценкой балла 2, что указывает на средний уровень антропогенного воздействия. В то время как Мелеузовский район проявляет более равномерное распределение антропогенной нагрузки, с оценкой балла 1, свидетельствуя о более низком уровне антропогенного воздействия. Стерлитамакский район выделяется высоким уровнем высокой антропогенной нагрузки (почти 80%) и оценкой балла 1.

Анализ эколого-хозяйственной напряженности подтверждает разнообразие ситуаций. Гафурийский и Ишимбайский районы характеризуются относительно благоприятной экологической ситуацией (оценка балла 3), при низких значениях коэффициентов относительной экологической напряженности ( $K_0$ ). В то время как Мелеузовский район обнаруживает некоторое неравновесие в экосистеме, отраженное немного более высоким значением  $K_0$ , и Стерлитамакский район выделяется высокой антропогенной активностью и экстремально высоким значением  $K_0$ .

Коэффициент естественной защищенности территории ( $K_{ез}$ ) позволяет выделить более благоприятные условия в Гафурийском и Ишимбайском районах по сравнению с Мелеузовским и Стерлитамакским районами. В целом,



эти результаты предоставляют важные научные данные для разработки стратегий устойчивого развития и эффективного управления природными ресурсами в рассматриваемых территориях.

В заключение, исследования подчеркивает важность комплексного подхода к устойчивому развитию сельских территорий, интегрируя геопарки в стратегии развития и учитывая разнообразные аспекты воздействия человека на природу.

### Список источников

1. Бодрова В.Н. Расчет и оценка эколого-хозяйственного баланса Волгоградской области в геоинформационной системе // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 2. – С. 43–50. Изменения в земельном фонде Республики Тыва в 2018 году [Электрон. ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/press/news/izmeneniya-v-zemelnom-fonde-respublikityva-v-2018-godu/>, свободный.
2. Карпова, Л. А. Экологический каркас территории Красногорского и Советского районов Алтайского края [Текст] / Л. А. Карпова // Известия Бийского отделения Русского географического общества. – Бийск, 2012. – Вып. 33. – С. 137–141.
3. Кочуров, Б. И. Анализ эколого-хозяйственного состояния муниципального образования [Текст] / Б. И. Кочуров. П. И. Меркулов, С. В. Меркулова // Проблемы региональной экологии – 2004. – № 1. – С. 46–59.
4. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пос. – М.; Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
5. Мифтахов, И.Р. Использование данных дистанционного зондирования земли для оценки состояния сельскохозяйственных угодий / И.Р. Мифтахов // Уральская горная школа -регионам сборник докладов международной научно-практической конференции / Екатеринбург, 2016. С. 278-279.
6. Саприн С.В. К вопросу оценки воздействия негативных природных факторов на агроландшафтные экосистемы [Текст] / С.В. Саприн, В.Д.

Постолов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2016. - № 2. - С. 229-235.

7. Саприн С.В. Методика создания цифровых картографических основ для оценки экологической устойчивости агроландшафтов [Текст] / С.В. Саприн, Э.А. Садыгов // Развитие агропродовольственного комплекса: экономика, моделирование и информационное обеспечение: сборник научных трудов/ под ред. А.П. Курносова, А.В. Улезько. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. - С. 309-313.

### References

1. Bodrova V.N. Raschet i ocenka e`kologo-xozyajstvennogo balansa Volgogradskoj oblasti v geoinformacionnoj sisteme // Problemy` regional`noj e`kologii. – 2013. – № 2. – S. 43–50. Izmeneniya v zemel`nom fonde Respubliki Ty`va v 2018 godu [E`lektron. resurs]. – 2019. – Rezhim dostupa: <https://rosreestr.ru/site/press/news/izmeneniya-v-zemelnom-fonde-respublikityva-v-2018-godu/>, svobodny`j.
2. Karpova, L. A. E`kologicheskij karkas territorii Krasnogorskogo i Sovetskogo rajonov Altajskogo kraja [Tekst] / L. A. Karpova // Izvestiya Bijskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshhestva. – Bijsk, 2012. – Vy`p. 33. – S. 137–141.
3. Kochurov, B. I. Analiz e`kologo-xozyajstvennogo sostoyaniya municipal`nogo obrazovaniya [Tekst] / B. I. Kochurov. P. I. Merkulov, S. V. Merkulova // Problemy` regional`noj e`kologii – 2004. – № 1. – S. 46–59.
4. Kochurov B.I. E`kodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie: Uchebnoe pos. – M.; Smolensk: Madzhenta, 2003. – 384 s.
5. Miftaxov, I.R. Ispol`zovanie danny`x distancionnogo zondirovaniya zemli dlya ocenki sostoyaniya sel`skoxozyajstvenny`x ugodij / I.R. Miftaxov // Ural`skaya gornaya shkola -regionam sbornik dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Ekaterinburg, 2016. S. 278-279.
6. Saprin S.V. K voprosu ocenki vozdejstviya negativny`x prirodny`x faktorov na agrolandshaftny`e e`kosistemy` [Tekst] / S.V. Saprin, V.D. Postolov // Vestnik

Московский экономический журнал. № 12. 2023

Moscow economic journal. № 12. 2023

Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № 2. - S. 229-235.

7. Saprin S.V. Metodika sozdaniya cifrovu`x kartograficheskix osnov dlya ocenki e`kologicheskoy ustojchivosti agrolandshaftov [Tekst] / S.V. Saprin, E`.A. Sady`gov // Razvitie agroproduvol`stvennogo kompleksa: e`konomika, modelirovanie i informacionnoe obespechenie: sbornik nauchny`x trudov/ pod red. A.P. Kurnosova, A.V. Ulez`ko. - Voronezh: FGBOU VO Voronezhskij GAU, 2016. - S. 309-313.

**Для цитирования:** Шафеева Э.И., Мифтахов И.Р. Анализ геоэкологической устойчивости природно-территориального комплекса на примере geopарка Торатау с использованием ГИС технологий // Московский экономический журнал. 2023. № 12. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-12-2023-2/>

© Шафеева Э.И., Мифтахов И.Р., 2023. Московский экономический журнал,

2023, № 12.