

Шадманова Б. З.

Независимый исследователь

Центр цифровых образовательных технологий

Ферганский государственный университет

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

***Аннотация:** В данной статье исследуются эколого-хозяйственные состояния земельных ресурсов с использованием ГИС-технологий. В последние годы возросший интерес к исследованиям в сфере ГИС-технологий обусловлен интенсивной компьютеризацией различных отраслей хозяйственной деятельности человека, направленной на сокращение временных и финансовых затрат, а также на обеспечение быстрого доступа к достоверной информации.*

***Ключевые слова:** баланс эколого-хозяйственной системы, антропогенное воздействие, геоинформационные технологии, ГИС-платформа, показатели абсолютной и относительной напряженности, базовая картографическая основа.*

Shadmanova B. Z.

Independent researcher

Center for Digital Educational Technologies

Fergana State University

**ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC STATE OF LAND
RESOURCES OF THE NAMANGAN REGION USING GEOINFORMATION
TECHNOLOGY**

***Abstract:** This article examines the ecological and economic states of land resources using GIS technologies. In recent years, the increased interest in research in the field of GIS technologies is due to the intensive computerization of various sectors of human economic activity, aimed at reducing time and financial costs, as well as providing quick access to reliable information.*

***Keywords:** balance of the ecological and economic system, anthropogenic impact, geoinformation technologies, GIS platform, absolute and relative stress indicators, basic cartographic basis.*

В современный период концепция устойчивого развития акцентирует внимание на формировании и реализации государственной политики в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования. Экологический фактор приобретает решающее значение при принятии управленческих решений практически во всех областях жизнедеятельности общества. Реализация идей стабильного развития подразумевает экономический рост, улучшение уровня жизни населения, оздоровление природной среды и поддержание ее приемлемого качества. Для достижения этих целей требуются значительные организационные, финансовые и материальные ресурсы.

В условиях развивающейся экономики Узбекистана для внедрения положений концепции устойчивого развития необходимы новые и принципиально иные подходы. Одним из таких направлений является концепция эколого-хозяйственного баланса территории, предложенная Б.И. Кочуровым [1, 2]. Суть данной концепции заключается в формировании новых пространственных моделей природопользования – эколого-хозяйственных структур устойчивого развития, где техногенные объекты интегрируются в природные системы, формируя устойчивую сбалансированную «геоэкосистему».

Информационной основой для выявления экологических проблем, поиска путей их решения и выработки экологической политики выступают экологическая оценка и картографирование территории, то есть экодиагностика с применением геоинформационных технологий. Проведение экодиагностики сводится главным образом к анализу состояния природной среды и динамики ее изменений под воздействием антропогенных факторов. В качестве объектов исследования выступают современные ландшафты,

представляющие собой сложные управляемые природно-антропогенные образования — геоэкосоциосистемы.

Применение экологической оценки и картографирования на основе ГИС направлено на оптимизацию эколого-хозяйственного баланса территории и обеспечение безопасного гармоничного развития. Содержание такого подхода заключается в отказе от деструктивной индустриальной и потребительской модели и переходе к стратегии, предполагающей коренную трансформацию системы приоритетов и ценностей.

Реализация данных положений связана с организацией и планировкой территорий, совершенствованием управления и созданием новых пространственных форм природопользования — экологических структур устойчивого развития: экополисов, техноэкополисов, эколого-экономических зон и других инновационных моделей, в которых техногенные образования интегрируются в природные комплексы, формируя устойчивый и сбалансированный симбиоз — геоэкосоциосистему [2].

Анализ структуры землепользования рекомендуется осуществлять на основе классификационных единиц государственного земельного кадастра [3]. Для установления уровня антропогенной нагрузки (АН) на земли применяются экспертные балльные оценки, согласно которым каждому типу землепользования присваивается определённое количество баллов, что позволяет в дальнейшем объединять их в однородные гомогенные группы (см. Таблицу 1).

Последующий этап оценки связан с определением степени напряженности эколого-хозяйственного состояния территории. Для этого используется коэффициент абсолютной экологической напряженности (Ка), который рассчитывается как отношение площади земель с высокой степенью АН к площади земель, испытывающих менее значительное антропогенное воздействие [2].

$$K_a = \frac{A_{H6}}{A_{H1}}$$

Показатели коэффициента (K_a) дают возможность более объективно определить уровень соотношения интенсивности антропогенных воздействий и восстановительного потенциала природных ландшафтов, а также аргументировать необходимость формирования в регионе особо охраняемых природных территорий (ООПТ) с соответствующими размерами площади [2]. Снижение значения коэффициента свидетельствует о более благоприятной геоэкологической обстановке в пределах изучаемого района.

Таблица 1 Источник Ю.Ахмадалиев, 2007
Классификация земель по экологических гомогенных групп

№	Название экологические гомогенных групп	Категории земель	Названия типы земель (строка - 33)	Номер строка	Антропогенная нагрузка (АН)		
					Индекс	Балл	Степень АН
1.	Урбанизационные территории	Земли промышленности, транспорта, связи, дороги; земли населенных пунктов и сельское хозяйство	Земли, занятые зданием	18	АЮ6	6	Высшая
			Дороги, тропы и животноводческие дороги	31			
			Общественные площади, двory и улицы	32			
			Общественные здания	33			
			Земли под мелиоративном строительстве	21			
2.	Орошаемая пашня	Земли сельского хозяйства; земли населенных пунктов	Пашня	3	АЮ5	5	Очень высокая
			Огороды	16			
			Земли садоводческих и овощных объединений	20			
3.	Земли под ирригационные объекты	Земли сельского хозяйства; земли водного фонда	Водохранилища и бассейны	29	АЮ4	4	Высокая
			Каналы, коллекторы и каналы	30			
4.	Многолетние деревья	Земли сельского хозяйства, лесного фонда, земли населенных пунктов	Многолетние деревья (фруктовые сады, виноградники, тутовники...)	4 (5, 6, 7, 8)	АЮ3	3	Средняя
			Фруктовые деревья в огороде	17			
5.	Мало используемые земли	Земли сельского хозяйства; земли государственного запаса	Залежь	9	АЮ2	2	Низкая
			Сенокосы	10			
			Пастбища	11			
			Другие земли, не используемые в С / Х	34			

6.	Экологически опорные земли	Земли, имеющие природоохранное, оздоровительное, рекреационное и культурное значение; территории лесного фонда, водного фонда, а также земли государственного запаса.	Кустарниковые заросли (земли, покрытые кустарниковой растительностью).	22 (23 ,24)	АЮ1	1	Очень низкая
			Кустарниковые заросли	25			
			Территории, занятые речными руслами и ручьями	27			
			Акватории, представленные озёрными водоёмами.	28			

При расчёте *коэффициента относительной экологической напряженности* (K_o) принимаются во внимание все формы землепользования на анализируемой территории, что позволяет оценить общий уровень экологической напряженности в пределах района. В случае, когда значение коэффициента K_o стремится к 1, это указывает на сбалансированность территории по степени антропогенной нагрузки [2].

$$K_o = \frac{AN_4 + AN_5 + AN_6}{AN_1 + AN_2 + AN_3}$$

Разнообразие природных и природно-антропогенных ландшафтов, как правило, отражает их устойчивость к антропогенному воздействию. Предел этой устойчивости во многом определяется наличием достаточных площадей естественных биогеоценозов, природоохранных территорий и зон особой охраны природы, формирующих экологический фонд ($P_{эф}$) данной территории. Чем выше величина этого фонда, тем значительнее уровень *естественной защищенности* (E_3) и, соответственно, устойчивости ландшафта.

Уровень естественной защищенности зависит также от распределения земельных участков по степени антропогенной нагрузки. Участки, на которых наблюдается высокий уровень антропогенного давления, как правило, отличаются низкой степенью естественной защищенности. При этом, если земли экологического фонда с минимальной АН условно принять за P_1 , то площади земель с оценкой АН в 2, 3 и 4 балла будут составлять соответственно $0,8P_2$, $0,6P_3$ и $0,4P_4$ (при этом участки с максимальной степенью АН в расчет не включаются). Такой подход позволяет вычислить суммарную площадь земель, обладающих сосредоточивающими и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{эф}$), на основании следующей формулы:

$$P_{эф} = P_1 + 0,8 P_2 + 0,6 P_3 + 0,4 P_4$$

При соотношении площади земель экологического фонда ($P_{эф}$) с общей площадью исследуемой территории (P_o) определяется *коэффициент естественной защищенности территории* ($K_{ез}$) [2].

$$K_{ез} = \frac{P_{эф}}{P_o}$$

Обобщённую оценку эколого-хозяйственного баланса территории целесообразно осуществлять с применением предложенных коэффициентов. Повышение значения коэффициента K_o отражает усиление антропогенной нагрузки, однако при этом необходимо учитывать приближение данного показателя к единице, что рассматривается как признак идеальной сбалансированности ЭХБ территории. Увеличение коэффициента $K_{ез}$, в свою очередь, свидетельствует о росте устойчивости эколого-хозяйственного баланса за счёт расширения площадей экологического фонда, которые обеспечивают естественную защищённость территории и компенсируют воздействие антропогенной нагрузки.

В процессе геоэкологической оценки территории Наманганской области расчёт эколого-хозяйственного баланса выступает одним из

ключевых этапов исследования. Для реализации предложенного подхода значительные перспективы открывает использование современных инновационно-информационных технологий, позволяющих хранить, анализировать и визуализировать пространственные данные на основе географических информационных систем (ГИС).

Географическая информационная система (ГИС) определяется как совокупность средств сбора, хранения, анализа и графической интерпретации пространственных (географических) данных и связанных с ними сведений об объектах. В более узком понимании ГИС рассматривается как инструментальный программный продукт, предоставляющий пользователям возможность выполнять поиск, визуальный анализ и редактирование цифровых карт местности, а также работать с дополнительной информацией об объектах.

В исследовательской практике Узбекистана применение современных геоинформационных технологий всё ещё находится на стадии активного формирования. Усиление интереса к ГИС в последние десятилетия связано с ускоренной компьютеризацией различных сфер хозяйственной деятельности, что направлено на экономию времени и ресурсов, а также на обеспечение оперативного доступа к достоверной информации. В рамках нашего исследования в качестве основного инструмента была использована геоинформационная система ArcGIS 10.8, разработанная американской компанией Esri.

Геоплатформа ArcGIS является одной из наиболее распространённых в мире информационных систем для картографирования и пространственного анализа, применяемых как на настольных компьютерах, так и в корпоративных или облачных SaaS-приложениях. Её компоненты тесно взаимосвязаны и способствуют цифровой трансформации организаций различного масштаба.

геоданных, покрытия, шейп-файлы, растры, файлы САПР и т.д., но сам слой не содержит географических данных. Таким образом, слой всегда отображает самую свежую актуальную информацию из вашей базы данных [4,5,7,8].

В среде ArcGIS предусмотрена возможность связывать записи одной таблицы с записями другой посредством общего поля, которое выступает в качестве ключевого. Такие ассоциации могут формироваться различными методами: путём временного объединения таблиц непосредственно на карте либо через создание классов отношений в базе геоданных, обеспечивающих их постоянную связь. На практике к определённому слою часто присоединяют таблицу с дополнительными данными по совпадающим значениям ключевого поля, присутствующего в обеих таблицах. При этом названия полей могут отличаться, однако их тип должен совпадать: числовые поля связываются только с числовыми, строковые — со строковыми и т. д. Аналогичные операции можно выполнить с помощью диалогового окна «Соединение данных» (Join Data), вызываемого правой кнопкой мыши по выбранному слою в ArcMap, либо через инструмент «Добавить соединение» (Join) (Рисунок 2, 3).

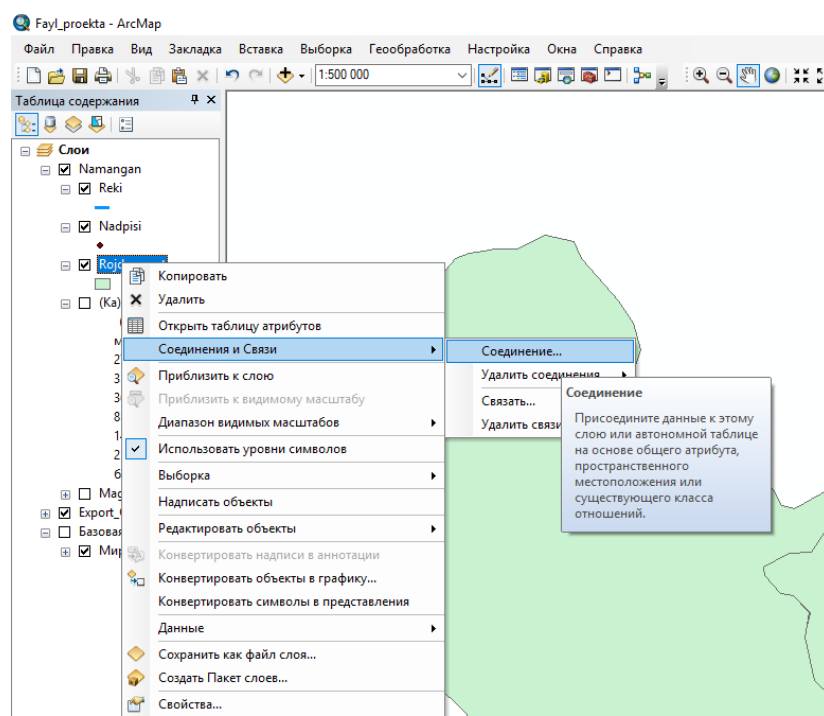


Рисунок 2. Соединение внешних данных

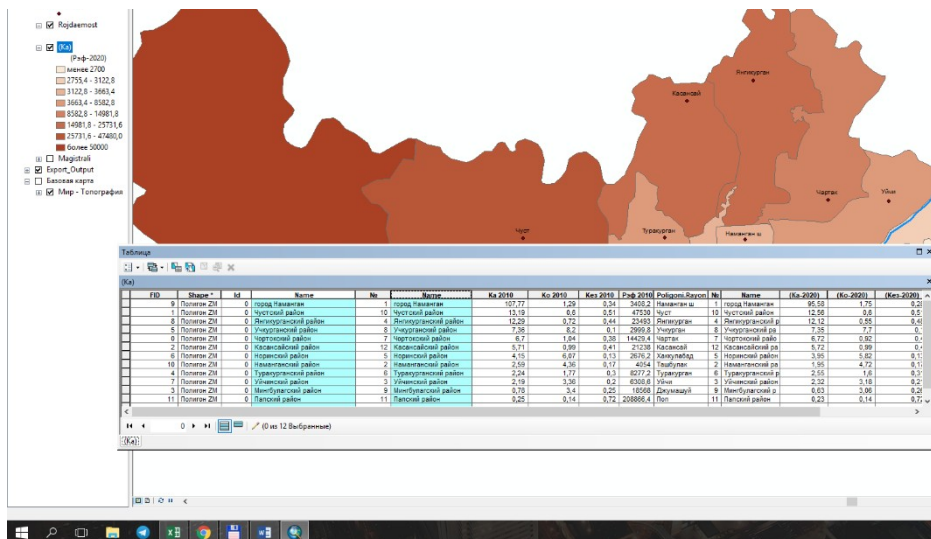


Рисунок 3. Таблица атрибутов

После объединения необходимых табличных данных, в рамках геоэкологической оценки территории Наманганской области были рассчитаны коэффициенты экологической напряженности — абсолютной и относительной — для административных районов области за 2010 и 2020 годы [6]. (Рис.4)

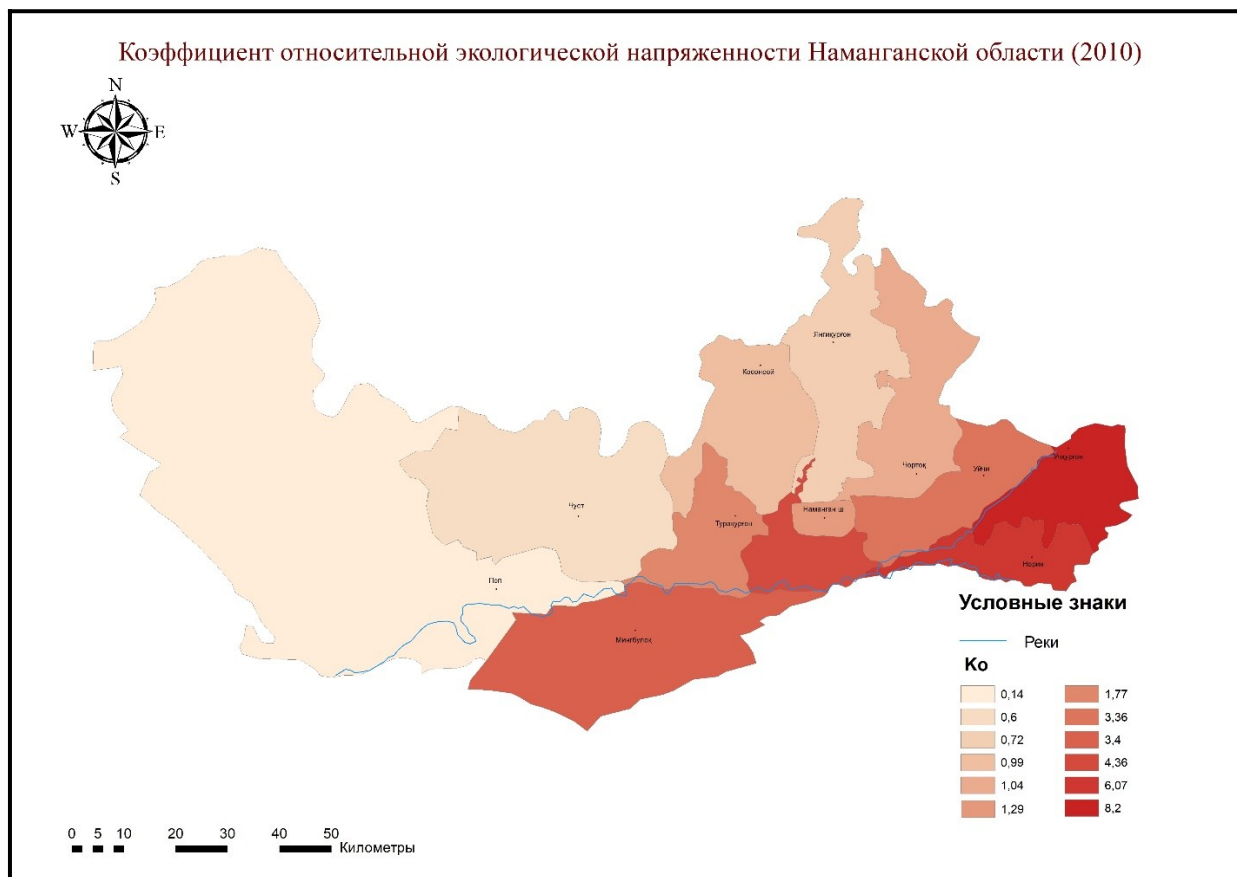


Рисунок 4 Коэффициент относительной экологической напряженности
Наманганской области (2010)

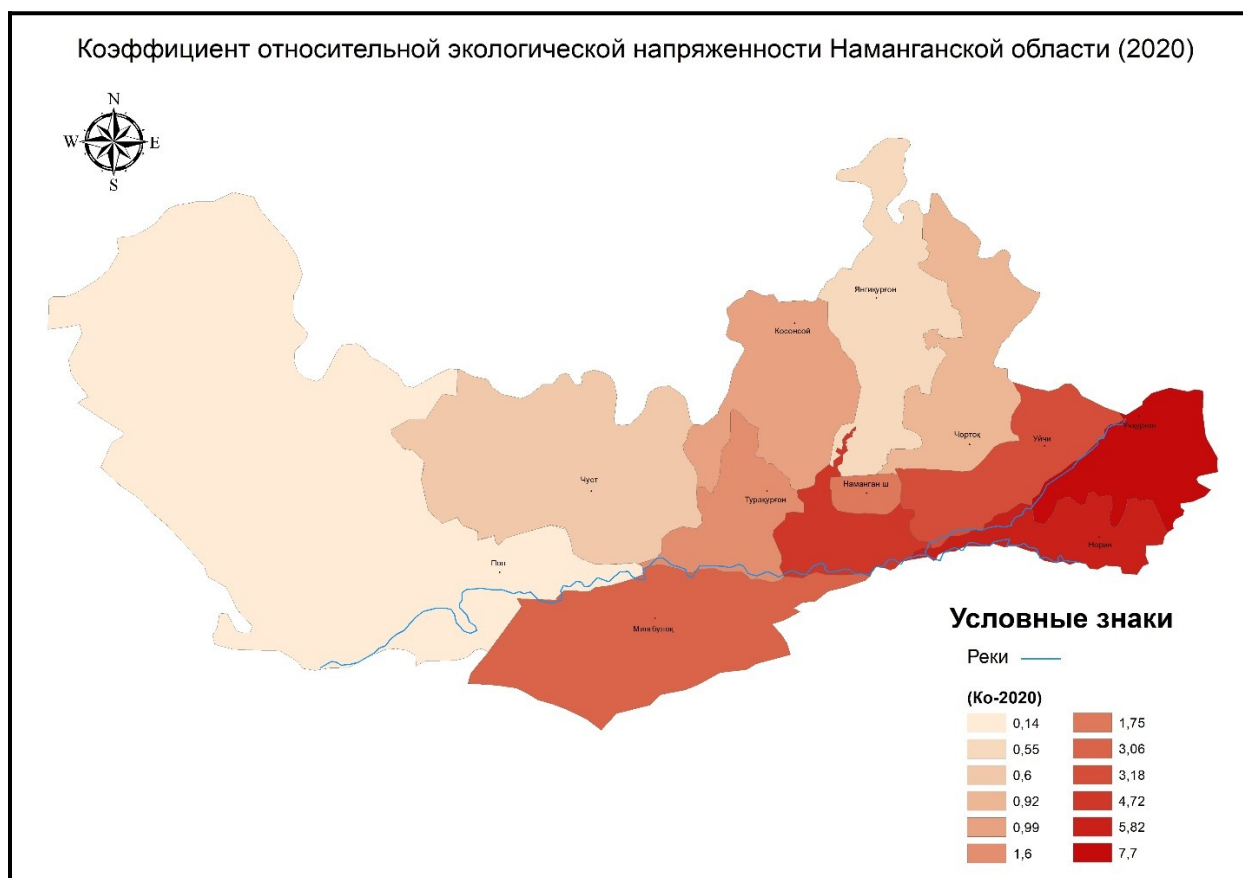


Рисунок 5. Коэффициент абсолютной экологической напряженности Наманганской области (2020)

В результате исследований были построены фоновые тематические картограммы, отражающие динамику изменений рассчитанных коэффициентов за 2010 и 2020 годы (K_o). По аналогичной методике были определены коэффициенты абсолютной экологической напряженности (K_a) для соответствующих временных периодов. Следует отметить, что значение коэффициента K_o достигает единицы в условиях идеального эколого-хозяйственного баланса, что наблюдается тогда, когда площади сильно трансформированных территорий соотносятся с площадями мало нарушенных земель и участков естественных ландшафтов (см. рисунок 6).



Рисунок 6. Сравнительная характеристика коэффициентов абсолютной экологической напряженности Наманганской области (2010, 2020)

Анализ динамики коэффициента K_0 показал следующие результаты: наибольший рост значений наблюдается лишь в отдельных административных единицах. Так, в городе Наманган показатель K_0 за период с 2010 по 2020 годы увеличился на 0,46 раза, а в Наманганском районе рост составил 0,36 раза. В то же время в большинстве других районов отмечается снижение уровня антропогенной нагрузки. В частности, в Учкуртанском районе данный коэффициент уменьшился в 0,5 раза, в Мингбулакском – на 0,22, в Норинском – на 0,25, в Уйчинском – на 0,3, в Туракуртанском – на 0,17, в Чустском – на 0,12 и в Касансайском районе – на 0,07 раза.

Подводя итоги, следует подчеркнуть необходимость детальных исследований пространственных закономерностей структуры землепользования. Особое внимание заслуживает применение геоинформационных систем, которые выступают перспективным

инструментом в оценке эколого-хозяйственного баланса. Использование ГИС позволяет не только анализировать расчётные коэффициенты (K_a , K_o , K_{ez}), но и выявлять пространственные зависимости, что существенно повышает точность оценки. Кроме того, ГИС обеспечивает возможность выполнения запросов по значениям показателей, их визуализации для сопоставления и анализа динамики, а также построения тематических картограмм. Последние позволяют выделять территории с благоприятной и неблагоприятной структурой природопользования, требующие более глубокого и комплексного изучения.

Использованные источники:

1. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие. - М.-Смоленск: Маджента, 2003.-384с.
2. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование Учебное пособие. М. 2009.-192с.
3. Ахмадалиев Ю.И. Ер ресурсларидан фойдаланиш геоэкологияси. Т.: “Фан ва технологиялар” нашриёти, 2014. -340 б.
4. Розанов Л. И. Д. И. Менделеев о землепользовании и эколого-геотехноморфологический статус территорий // Научный диалог. Биология. Экология. Естествознание. Науки о Земле. - 2012. - Вып. №2. - С. 129-139.
5. Рыкова В.В., Горте Ю.Д. Информационное сопровождение проблемы «ГИС по экологии и природопользованию». Доклад XIV Российская конференция с международным участием "Распределенные информационные и вычислительные ресурсы", 26 ноября - 30 ноября 2012, Новосибирск.
6. Alimjanov N.N. Er resurslarining landshaft-ekologik holatini baholash va uni takomillashtirish yo'llari (Namangan viloyati misolida) Doktorlik dissertatsiya ishi, Samarqand, 2022y.-132b.
диссертация
7. Shadmanova B.Z., Axmadaliyev Yu.I. The role of gis in modern methods of assessing the ecological and economic state of lands (on the example of the Fergana region, the Fergana valley of the Republic of Uzbekistan) Science and Education in Karakalpakstan. №1/1 Nukus, 2022-118 p.
8. [Электронный ресурс] Хокимият Наманганской области <https://namangan.uz/ru/gorod-rayoni/>;
9. [Электронный ресурс] Пособие по изучению ArcGIS <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/>;
10. [Электронный ресурс] Руководство пользователя ArcGIS <https://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/00qn0000013t000000>