

УДК 551.4 (282.256.164.6)

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГЕОСИСТЕМЫ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ****Озгелдинова Ж.О.<sup>1</sup>, Рамазанова Н.Е.<sup>1</sup>, Жангужина А.А.<sup>1</sup>, Мукаев Ж.Т.<sup>2</sup>,  
Тенькебаева Ж.Ф.<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Евразийский национальный университет, г.Нур-Султан, Казахстан,<sup>2</sup> Государственный университет имени Шакарима, г. Семей.

**Аннотация.** В работе представлены результаты комплексной оценки антропогенных воздействий на геосистемы бассейна реки Сарысу. Разработана и апробирована методика оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы. Основой интегральной оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы бассейна реки Сарысу являются процедура суммирования оценок проанализированных параметров с учетом их весовых коэффициентов и автоматизированное зонирование исследуемой территории по уровню антропогенной нагрузки.

**Введение.**

Анализ антропогенного воздействия на геосистемы приобретает в настоящее время все большее значение для научного обоснования рационального природопользования. Комплексное исследование геосистем бассейна реки Сарысу обусловлено все возрастающим антропогенным воздействием на ее природную среду. В связи с этим, актуальность исследования выбранной территории определяется необходимостью получения новой ландшафтно-экологической информации, необходимой для оптимизации структуры природопользования бассейна реки Сарысу.

Основным отраслям, определяющими рыночную специализацию в пределах территории бассейна реки Сарысу является металлургический комплекс. Цветная металлургия представлена Жезказганским промышленным узлом охватывающая все стадии технологических процессов от добычи и обогащения сырья до получения готовой продукции в виде цветных металлов и их сплавов и представлена горно-металлургическим комбинатом, медеплавильным заводом, обогатительными фабриками, литейно-механическим заводом, шахтами, основная продукция которых катодная медь, серебро аффинированное, золото аффинированное, цинковый концентрат, свинцовая пыль, серная кислота, соли редких металлов. Таковыми предприятиями региона являются ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» и РГП «Жезказганредмет». Черная металлургия региона представлена горно-обогатительным комбинатом АО «Жайремский ГОК», который является основным производителем и экспортером марганцевых и баритовых концентратов в Республике Казахстан.

**Методы.**

Методика оценки характера и глубины антропогенной трансформации геосистем разрабатывалась многими учеными (Исаченко А.Г. [1], Булатов В.И. [2], Арманд Д.Л. [3], Мамай И.И. и др. [4]). Чаще всего в качестве критерия такой оценки принимается современное использование земель (Кочуров Б.И. [5], Мамай И.И. и др. [4]), но необходимо учитывать, как считают В.С. Жекулин [6], В.А. Низовцев [7] то, что настоящее состояние всякой геосистемы может оказаться результатом «наслоения» последствий исторически сменявшихся, различных по направленности и интенсивности воздействий. Для более достоверной картины антропогенной измененности геосистем, по мнению М.А. Глазовской [8], необходимо учитывать геохимические изменения, происходящие в результате антропогенного воздействия, особенно, если исследования проводятся в районах, где активны процессы техногенеза.

В нашей работе для интегральной оценки антропогенной нагрузки на геосистемы операционной единицей исследования выступает ландшафт. За основу взята ранее выполненная нами среднемасштабная (1:500 000) ландшафтная карта бассейна реки Сарысу (рисунок 1, таблица 1), где выделено 58 индивидуальных ландшафтов, которые в результате их типологической группировки, а затем структурно-генетической классификации, упорядочены в иерархическую систематику: классы (равнинных и горных ландшафтов), типы (полупустынных и пустынных ландшафтов), подтипы (северопустынных, южнопустынных ландшафтов).

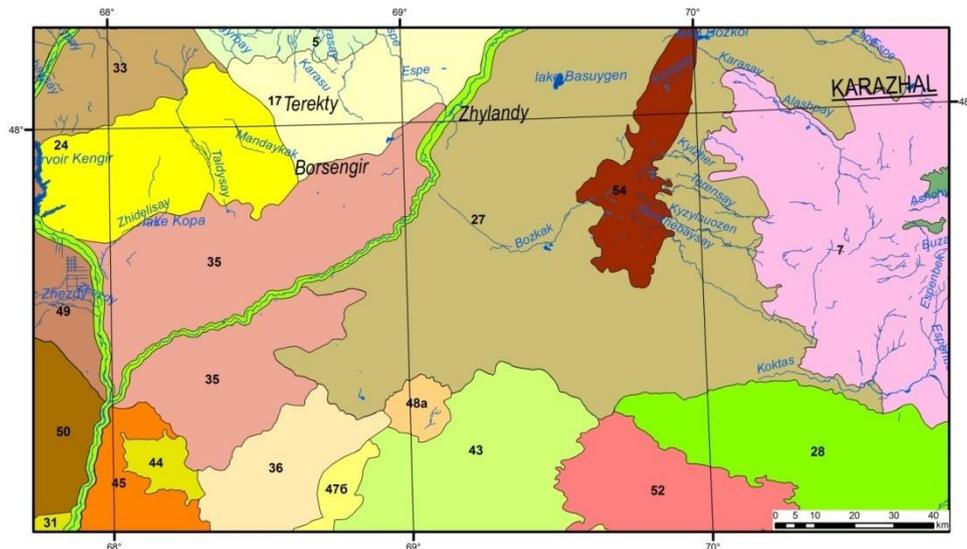


Рисунок 1 – Фрагмент ландшафтной карты бассейна реки Сарысу

Таблица 1 – Легенда к фрагменту ландшафтной карты бассейна реки Сарысу (№ по карте, рисунок 1)

Наименования ландшафтов	
<b>I</b>	<p><b>Равнинные ландшафты</b>  <b>Полупустынные</b>  <b>Равнины денудационные</b></p>
	<p>5 – Увалистая равнина с отдельными куполовидными вершинами и фрагментами каолиновой коры выветривания, сложенная туфами, туфопорфирами, известняками, песчаниками, с сублессингиановопольной и красно-ковыльной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах.</p>
	<p>7 – Увалисто-грядовая равнина с руслами временных водотоков, сложенная эффузионно-осадочными породами, с сублессингиановопольно-типчаковой и кыргызскоковыльной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах.</p>
	<p>24 – Пластовая слаборасчлененная равнина с полынной, чернобоялычевой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных малоразвитых щебнистых почвах.</p>
	<p><b>Равнины аккумулятивные</b></p> <p>27 – Делювиально-пролювиальная слабонаклонная равнина с руслами временных водотоков, сложенная эффузионно-осадочными породами, с полынно-тырсовой растительностью на светло-каштановых нормальных почвах.</p>
	<p><b>Пустынные</b>  <b>Северопустынные</b>  <b>Равнины денудационные</b></p>

28 – Увалисто-холмистая равнина, сложенная эффузионно-осадочными породами, с ковыльно-сублессингиановополынной растительностью на бурых солонцеватых почвах.

29 – Холмисто-волнистая цокольная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, сложенная глинами, песчаниками, песками, со злаково-чернобоялычевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах.

31 – Пологосклонная слабоволнистая равнина с мелкими песками и увалами, сложенная глинами, суглинками, песчаниками, с чернобоялычевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах.

32 – Пологоволнистая цокольная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, сложенная глинами, песками, со злаково-чернобоялычевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах.

33 – Плосковолнистая цокольная равнина с отдельными куполовидными сопками, руслами временных водотоков и эрозионными останцами, сложенная известняками, доломитами с полынной и чернобоялычевой растительностью на бурых пустынных почвах.

35 – Пластовая расчлененная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, сложенная известняками, доломитами, песчаниками, с полынной и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах.

#### ***Равнины аккумулятивные***

36 – Озерно-аллювиальная гривистая равнина, сложенная известняками, алевролитами, порфиритами, туфами, с биюргуновой и полынной растительностью на бурых солонцеватых в сочетании с такырами почвах.

43 – Делювиально-пролювиальная пологоволнистая равнина, сложенная глинами, суглинками, гравийно-галечниками, со злаково-чернобоялычевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах.

44 – Делювиально-пролювиальная слабонаклонная равнина, сложенная глинами, песками, песчаниками, с обионой растительностью в сочетании с галофитно-злаковыми лугами и кустарниковыми зарослями растительностью на бурых пустынных почвах.

45 – Делювиально-пролювиальная пологосклонная равнина с руслами временных водотоков, сложенная глинами, песками и песчаниками, с житняково-белоземельнополынно-терескеновой растительностью на бурых пустынных почвах.

47 – Эоловая бугристо-грядовая равнина с мелкими возвышениями, с житняково-белоземельнополынной и типчаковой растительностью на песках с участием пойменных луговых почв.

48 – Эоловая бугристая равнина с мелкими возвышениями, с белополынно-типчакового-житняковой и серополынной растительностью на песках с участием пойменных луговых почв.

#### ***Южнопустынные***

##### ***Равнины денудационные***

49 – Холмисто-волнистая цокольная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, с биюргуновой и полынной растительностью на солонцах.

50 – Волнистая равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, со злаково-чернобоялычевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных солонцеватых почвах.

Сарысуйская геосистема, как единая внутриконтинентальная геосистема, сформированная стоком реки Сарысу, где парагенетические и парадинамические комплексы функционируют в условиях исключительно напряженного водного баланса. Специфическими

особенностями современных физико-географических условий функционирования и развития Сарысуйской геосистемы являются следующие: связь современного характера развития геосистем с генетическим типом пустынь; широкое распространение скалистых трещиноватых, а местами и закарстованных горных пород; слабая зависимость степени функционирования геосистем от поверхностного стока; зависимость функционирования геосистем от характера грунтовых вод; развитие интенсивных процессов соленакопления и образования солончаков в условиях жесткого сухого гидротермического режима.

Административно-территориальное деление бассейна представлено следующими единицами: города – Жезказган, Сатпаев и Каражал; районы Карагандинской области – Нуринский район (10% от всей площади района), Улытауский (40%), Шетский (60%) и Жанааркинский (100%) и частично Шиелыйский (20%) и Сырдарьинский районы (10%) Кызылординской области, Созакский район (10%) Южно-Казахстанской области; рабочими поселками – Жайрем, Атасу, Кызылжар, Кайракты и др. Площадь бассейна составляет 136628,54 км<sup>2</sup>. По состоянию на начало 2017 г. в бассейне проживает 286,8 тыс. человек.

Согласно классификации антропогенной деятельности С.П. Горшкова [9] по результатам ретроспективного анализа современного природопользования бассейна реки Сарысу нами выделены следующие виды деятельности: сельскохозяйственная; водохозяйственная; добыча полезных ископаемых; коммуникационно-транспортная (вне города); урбано-промышленная; рекреационная и военная (таблица 2).

Таблица 2 - Современная территориальная структура природопользования бассейна реки Сарысу (сокращенный фрагмент базы данных ландшафтов № 22, 49 из 58)

№ геосистемы по карте (Приложение Б)	Основной вид современной антропогенной деятельности (классификация согласно С.П. Горшкову [9])	Преобладающие физико-географические процессы
2	Добыча полезных ископаемых	Имеется месторождение каменного угля Шубарколь, площадь которого 70 км <sup>2</sup> , разрезы Центральный и Западный.
9	Урбано-промышленная: предприятия промышленности - металлообработки, строительной индустрии, легкой промышленности, пищевой промышленности, транспорт, ТЭЦ	гг. Жезказган, Сатпаев; Жезказганский промышленный узел (обоганительная фабрика № 1, 2, 3; медеплавильный завод; литейно-механический завод; ТЭЦ; 9 рудников; завод железобетонных конструкции и др.)

Для оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы учитывались параметры нарушения компонентов среды, оценивались геохимические изменения. В итоге получились классификационные модели, параметры которых связаны с определенной антропогенной нагрузкой, различающейся как по виду, так и по степени воздействия (таблица 3). Для определения степени антропогенной нагрузки и трансформации всех категорий вводились экспертные балльные оценки, показывающие относительную степень антропогенной трансформации [1,5]. Для этого использовались нормированные показатели антропогенных нагрузок на геосистемы (Макевнин С.Г. и др.[11], Реймерс Н.Ф. [12], Рюмин В.В. [13]). Приведенные ниже нормы экологических пределов использования геосистем позволяют нам ранжировать территорию по степени антропогенной нагрузки на геосистемы, и, кроме того, обоснованно применить их результаты для оптимизации структуры природопользования [2, 13].

Таблица 3. Шкала основных показателей для зонирования территории по степени антропогенной нагрузки

Показатель	Баллы				
	0	1	2	3	4
Площадь населенных пунктов, %	отсутствует	менее 1	1-2	2-3	более 3
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	отсутствует	менее 10	10-20	20-30	более 30
Транспортная нагрузка, км/км <sup>2</sup>	отсутствует	менее 0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	более 0,3
Площадь техногенных образований, %	отсутствует	менее 0,5	0,5-1	1-3	более 3
Площадь пашни, %	отсутствует	менее 10	10-40	40-60	более 60
Выпас скота голов/км <sup>2</sup>	отсутствует	менее 10	10-20	20-30	более 30
Показатель геохимической измененности почвенного покрова	отсутствует	1	2	3	4

Для оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы исследуемого региона разработан и применен алгоритм, представленный на рисунке 2.



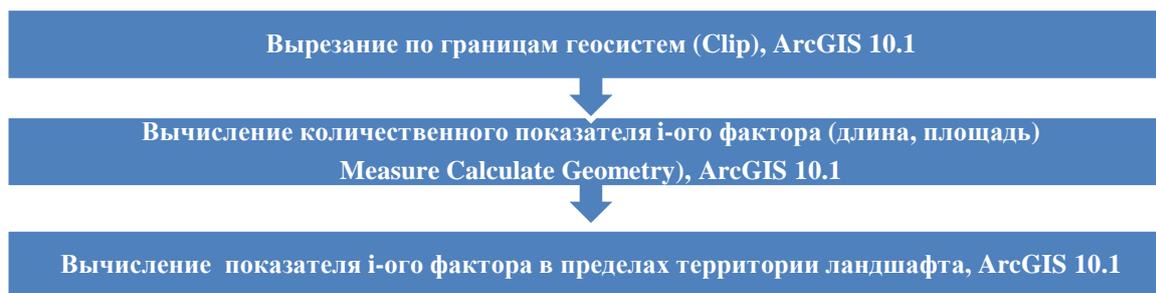


Рисунок 2 – Алгоритм определения показателей антропогенной нагрузки на ландшафты с применением методов ДЗЗ и ГИС-технологий

Учитывались следующие основные показатели антропогенного воздействия на геосистем.

Плотность населения (чел./км<sup>2</sup>) - число жителей на единицу площади (ландшафт). Нами в зависимости от локальных особенностей расселения населения, составлена шкала плотности населения для оценки антропогенной нагрузки, где предлагается характеризовать пятью уровнями: население отсутствует - 0 баллов, менее 10 чел./км<sup>2</sup> - 1 балл, 10-20 чел./км<sup>2</sup> - 2 балла, 20-30 чел./км<sup>2</sup> - 3 балла, более 30 чел./км<sup>2</sup> - 4 балла.

Транспортная нагрузка (км/км<sup>2</sup>) - длина дорог на единицу площади (ландшафт). Транспортная нагрузка на геосистемы определялась с помощью программного обеспечения ArcGIS, накладывая на карту геосистем карты транспортной сети (автомобильного, железнодорожного, трубопроводного) и с использованием стандартных инструментов была подсчитана плотность транспортной нагрузки на каждую геосистему. В зависимости от региональных особенностей транспортная нагрузка ранжирована по следующим значениям: отсутствует - 0 баллов, менее 0,1 км/км<sup>2</sup> - 1 балл, 0,1-0,2 км/км<sup>2</sup> - 2 балла, 0,2 - 0,3 км/км<sup>2</sup> - 3 балла, более 0,3 км/км<sup>2</sup> - 4 балла.

Для определения степени антропогенной нагрузки на ландшафты нами учитывались площадные показатели нарушенных земель. Верхний экологический предел техногенных образований (карьеров, рудников, отвалов и т.д.), по данным В.В. Рюмина [13], не должен превышать 3% от площади природного комплекса. Разработка карьеров обычно рассматривается как экологически неблагоприятная форма деятельности, так как влечет за собой отчуждение ценных земель и сложность их рекультивации. Площадь населенных пунктов в пределах типа местности по Н.Ф. Реймерсу не должна превышать 10% [12]. Этот показатель является верхним экологическим пределом воздействия на геосистему.

Показатель площади пашни в структуре ландшафта характеризует процент земель, систематически обрабатываемых и используемых для посева сельскохозяйственных культур [12]. Оптимальной нагрузкой пашенных угодий на ландшафт считается 30-50% [10], верхний экологический предел таких воздействий - не более 60% [14]. Причем в ландшафтных зонах, где почвенно-климатические условия допускают земледельческое освоение территории, наиболее информативной в этом отношении является доля пашен, т.к. распашка земель есть прямое уничтожения растительного компонента геосистемы. В качестве единицы измерения животноводческой нагрузки на геосистему выступает поголовье скота на км<sup>2</sup> сельскохозяйственных угодий (в пересчете на условную голову).

Для оценки геохимических изменений ландшафтов нами был принят показатель уровня загрязнения компонентов окружающей среды. Многочисленными исследованиями было установлено, что почвенный покров, в целом, отражает загрязнение окружающей среды [15]. Почвенный покров, благодаря своей способности накапливать и сохранять вещества, поступившие на поверхность почвы с сухими и влажными выпадениями из атмосферы, является оптимальным объектом для изучения и оценки загрязнения окружающей среды. Поскольку техногенные аномалии (ареолы техногенного загрязнителя) всегда имеют

полиэлементный состав, в работе мы использовали суммарный показатель загрязнения почвенного покрова (горизонт А1) -  $Z_c$ , который характеризует превышение фоновых значений концентраций микроэлементов [17], формула (1):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}} - (n - 1) \quad (1)$$

где  $Z_c$  - суммарный показатель загрязнения почвенного покрова;  
 $C_i$  - концентрация  $i$ -того элемента в почве;  
 $C_{\phi}$  - фоновая концентрация  $i$ -того элемента;  
 $n$  - количество элементов.

Степень загрязнения почв тяжелыми металлами предлагается ранжировать по четырем градациям: допустимое – менее 16, умеренно-опасное - 16-32, опасное - 32-64, очень опасное - 64-128, чрезвычайно опасное - более 128 [18]. При оценке степени загрязнения тяжелыми металлами почвенного покрова необходимо ввести коэффициент геохимической измененности почвенного покрова ( $K$ ), предложенный К.М. Петровым [19] и целесообразно присвоить вес каждому показателю ранжирования, так как показатели различных градаций могут встречаться в пределах одной геосистемы. Для этого всем категориям градации присваивается балл: допустимое - 0, умеренно-опасное - 1, опасное - 2, очень опасное - 3, чрезвычайно опасное - 4.

При оценке степени антропогенной нагрузки на геосистемы количественные показатели по каждому параметру переводились в баллы (от 0 до 4), которые затем суммировались. Результатом суммирования является интегральный показатель ( $U$ ), предложенный К.М. Петровым [19], формула (2):

$$U = \frac{1}{n} \sum X_i k_i \quad (2)$$

где  $n$  - число факторов;  
 $x_i$  - балльная оценка  $i$  фактора;  
 $k_i$  - весовой коэффициент  $i$  фактора.

Весовые коэффициенты устанавливаются экспертным методом, основанном на ранжировании показателей по степени антропогенного воздействия на геосистемы. Показатели, характеризующие указанные факторы, легли в основу зонирования (ранжирования) территории бассейна по степени антропогенной нагрузки. По полученному интегральному показателю ( $U$ ) определены следующие градации степени антропогенной нагрузки на геосистемы: <0,5 – незначительное; 0,5-1 – слабое; 1-2 - среднее; 2-3 – сильное, 3-4 – очень сильное.

### Результаты

В качестве информационной базы использованы как прямые, так и косвенные показатели антропогенной нагрузки на геосистем: данные по земельному балансу, численности населения и др.; различные карты и космические снимки, по которым определялись границы пашен, техногенных образований, населенных пунктов, а также транспортная нагрузка для каждой геосистемы (таблица 4). В результате проведенной работы было создано картографическое отображение оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы (рисунок 3) и выявлена следующая закономерность.

Таблица 4 – Основные показатели степени антропогенной нагрузки на геосистемы бассейна реки Сарысу (фрагмент, показателей 1-3 ландшафтов из 58)

№ геосистем по карта (рисунок 1)	Площадь населенных пунктов, %	Плотность населения чел/км <sup>2</sup>	Транспортная нагрузка, км/км <sup>2</sup>	Площадь техногенных образований, %	Площадь пашни, %	Выпас скота голов/км <sup>2</sup>	Показатель геохимической измененности почвенного покрова
1	0,15	0,77	0,05	0,4	5	10-15	14
2	-	0,11	-	-	10	5-10	10
3	0,11	0,67	0,05	-	-	10-15	15

По балльной оценке и ранжированию территории бассейна реки Сарысу геосистемы испытывающие *незначительное* антропогенное воздействие занимают 21,2% от территории бассейна. Природные комплексы здесь представлены в своем большинстве слабонаклонными делювиально-пролювиальными равнинами (30, 31, 32, 34, 38, 40, 42, 43, 44, 51, 53, 56в, 56г, 56д, 58), а также бугристо-грядовыми эоловыми равнинами с мелкими возвышениями (46, 47, 48). Данные геосистемы в силу своей не заселенности испытывают на себе наименьшую антропогенную нагрузку и обладают слабой степенью устойчивости к антропогенным воздействиям.

К категории испытывающие *слабое* антропогенное воздействие относится довольно большая группа природных комплексов (2, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 28, 29, 32, 36, 39, 37, 41, 45, 50, 52, 54) располагающиеся по всему бассейну. По своему происхождению геосистемы неоднородны, и в основном представлены холмисто-волнистыми равнинами, сложенные эффузивно-осадочными породами. Геосистемы, испытывающие слабое антропогенное воздействие, мало заселены и обладают различной степенью устойчивости к антропогенным воздействиям.

Подавляющая часть геосистем со *средней* степенью антропогенной нагрузки занимают 22,50% от территории бассейна – это районы с удовлетворительной экологической ситуацией, в основном территории сельскохозяйственной освоенности, с обилием небольших по людности населенных пунктов. Данные территории преимущественно представлены холмисто-волнистые равнины с руслами временных водотоков, сложенные суглинками, глинами, сланцами (1, 4, 5, 8, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 35), а также низкогорья, сложенные сланцами, гнейсами, песчаниками (55а, 56а, 56б). Площадь техногенных образований в геосистемах варьирует от 0 до 23,5%, уровень распашки достигает до 20%, животноводческая нагрузка достигает – 20-25 усл. гол. на 1 км<sup>2</sup>. Геосистемы обладают различной степенью устойчивости к антропогенным воздействиям. Например, геосистема 22 обладает наибольшей степенью устойчивости, но разработка Шубаркольского месторождения каменного угля в течение длительного времени (с 1986 г.) привела к формированию техногенных территорий с высоким коэффициентом геохимической измененности почвенного покрова.

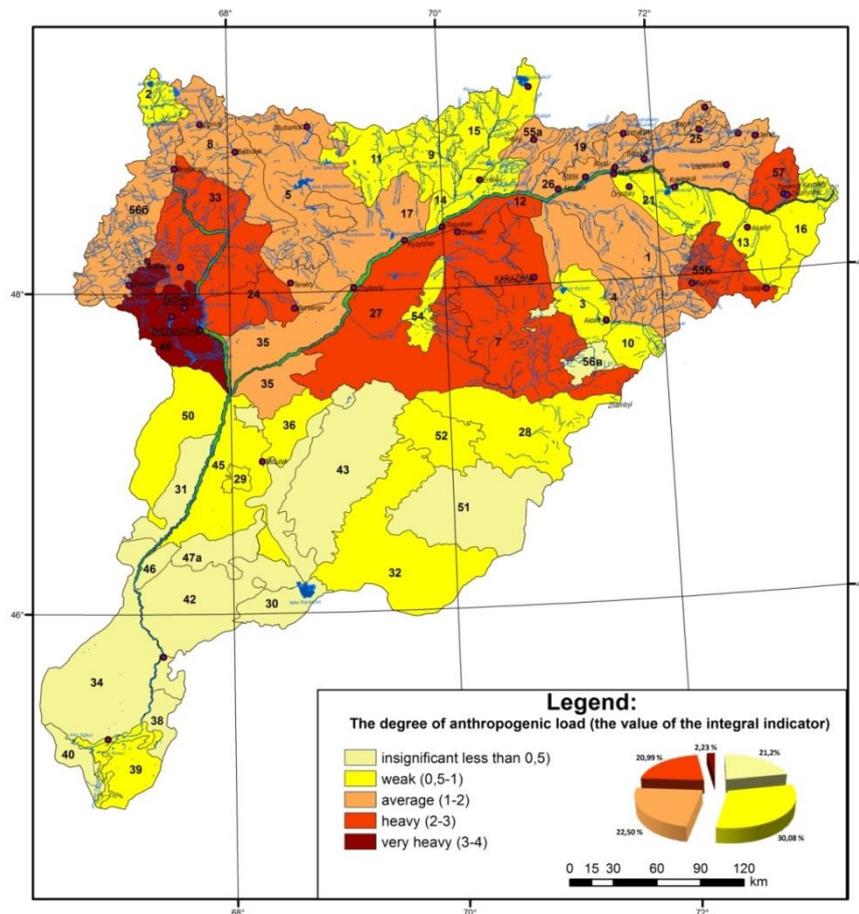


Рисунок 3 – Зонирование геосистем бассейна реки Сарысу по степени антропогенной нагрузки

Природные комплексы, отнесенные к категории испытывающих *сильное* антропогенное воздействие преимущественно холмисто-волнистые равнины, сложенные эффузионно-осадочными породами (7, 12, 24, 27, 33), а также низкогорья сложенные сланцами, гнейсами, песчаниками (556, 57). Они характеризуются высокой степенью устойчивости к антропогенным воздействиям, а также сравнительно высокой степенью освоенности, наиболее крупные населенные пункты г. Каражал, пос. Жайрем и т.д. Эти природные комплексы в течение длительного времени испытывали высокий антропогенный прессинг. Здесь представлены все виды антропогенных воздействий. Естественные геосистемы этих районов почти полностью изменены. Структура природопользования по своему типу является интенсивно-экстенсивной, при котором доминирует горнодобывающая промышленность.

К категории, испытывающих *очень сильное* антропогенное воздействие, отнесена геосистема 49, представленная холмисто-волнистой цокольной равнинной, с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, с бияргуновой и полынной растительностью на солонцах. Обладая средней степенью устойчивости, эта территория подвергается активной антропогенной нагрузке. Это наиболее плотно заселенная и промышленно освоенная часть бассейна. Плотность населения (31,1 чел/км<sup>2</sup>), площадь населенных пунктов 2,05% на данном участке достигают максимума, именно здесь сосредоточены населенные пункты ранга город и поселки городского типа. Развитие горнодобывающей промышленности (Жезказганский промышленный узел) привело к трансформации практически всех компонентов среды, а особенно высока геохимическая измененность почвенного покрова.

Полученные результаты позволяют считать, что на территории бассейна реки Сарысу преобладают геосистемы со слабой и средней степенью антропогенного воздействия. К категории сильной и очень сильной степенью антропогенной нагрузки относятся геосистемы

в пределах которых в течение полувекового периода функционируют крупные центр горнодобывающей и горнообработывающей промышленности – Жайремский ГОК, Жезказганский промышленный узел с комплексом хвостохранилищ (гг. Жезказган, Сатпаев), здесь в сильной степени нарушены все его компоненты.

В результате проведенного анализа выявлены геосистемы с минимальными изменениями и максимальной антропогенной нагрузкой. В целом отмечается очаговый характер горнорудного производства. Для территории исследования характерен и фоновый характер природопользования (аграрное), что объясняет наличие геосистем со слабой и средней степенью антропогенного воздействия.

### Выводы

1. Территория бассейна реки Сарысу относится к полупустынным и пустынным ландшафтам с малой биологической информацией, ослабленными водными связями, но с интенсивными прямыми воздушными связями. Геосистемы бассейна обладают совокупностью природных факторов, усиливающих процессы загрязнения геосистем. Все это уменьшает централизацию, упорядоченность и самоорганизацию, устойчивость ландшафта.
2. Хозяйственная деятельность, осуществляемая в пределах исследуемого бассейна, и, следовательно, ключевыми факторами антропогенной модификации геосистем являются промышленная и сельскохозяйственная деятельность: добыча полезных ископаемых, гидростроительство, выпас скота, с также расширение селитебных территорий и транспортное строительство.
3. Проведена оценка степени антропогенных воздействий на геосистемы, позволившая определить территории с высокой степенью измененности геосистем, как следствие неоправданного воздействия. В результате проведенной работы было создано картографическое отображение оценки степени антропогенной нагрузки на геосистемы. Было выявлено, что на территории бассейна реки Сарысу преобладают геосистемы со слабой и средней степенью антропогенного воздействия. Геосистемы, где в структуре природопользования доминируют горнодобывающий и горнообработывающий комплекс (Жезказганский промышленный узел, Жайремский ГОК), характеризуются сильной и очень сильной степенью антропогенной нагрузки, где в сильной степени нарушены все его компоненты.

Предложенная методика оценки степени антропогенной нагрузки на природные комплексы наиболее полно отражает основные факторы воздействия. Оценка степени антропогенной нагрузки на геосистемы не является конечным результатом наших исследований. Сведения, полученные при оценке антропогенной нагрузки на геосистемы будут интерпретированы с позиций прикладной географии для разработки оптимальной структуры природопользования с учетом показателей степени антропогенной нагрузки на геосистемы, устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям и прогнозируемых тенденции динамики геосистем в условиях антропогенных воздействий. На предыдущем этапе работы нами усовершенствована и адаптирована методика оценки потенциала устойчивости геосистем к антропогенным воздействиям. Интегральная оценка устойчивости геосистем бассейна реки Сарысу к антропогенному воздействию на основе покомпонентного анализа геосистем позволила их дифференцировать на классы, требующих разных подходов при разработке оптимальной структуры природопользования [20]. При этом считается, что оптимальная структура природопользования не приводит к негативным последствиям, не снижает средо- и ресурсоформирующие свойства геосистем, и, наоборот, несовершенная структура природопользования, сформированная без учета ландшафтных особенностей территории, ведет к нарушению и деградации.

Полученные результаты могут быть использованы не только при определении мер экологической реабилитации территории исследования, а также могут послужить модельной для совершенствования геоэкологических исследований геосистем, ориентированных на

решение задач практики природопользования.

#### Список использованных источников

1. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
2. Булатов В.И. Подходы к изучению естественных и антропогенных движений вещества в геосистемах // Вопросы географии. – 1977. – №104. – С. 196-205.
3. Арманд А.Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий // Устойчивость геосистем: сб. статей. – М.: Наука, 1983. – С. 14-32.
4. Мамай И.И., Низовцев В.А., Пучкова Э.И. Современное состояние ландшафтов Московской области // Вестник Моск. ун-та. Серия География. – 1987. – №6. – С. 45-53.
5. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
6. Жекулин В.С. Историческая география: предмет и методы. – Л.: Наука, 1982. – 224 с.
7. Низовцев В.А. Антропогенный ландшафтогенез: предмет и задачи исследования // Вестник Моск. ун-та. Серия География. – 1999. – №1. – С. 26-30.
8. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 102 с.
9. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недра, 1982. – 286 с.
10. Климина Е.М. Методические аспекты оценки и картографирования экологического состояния ландшафтов административного района // География и природные ресурсы. – 2003. – №2. – С. 129-131.
11. Макевнин С.Г., Вакулин А.А. Охрана природы. – М.: Агропромиздат, 1991. – 127 с.
12. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.
13. Рюмин В.В. Подходы к нормированию структуры антропогенных ландшафтов // В кн.: Оптимизация геосистем. – Иркутск: ИГ СО РАН СССР, 1990. – С. 3-11.
14. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
15. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.А. Саэт и др. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 140 с.
16. Борисенко И.Л. Анализ динамики накопления металлов в почвах урбанизированной территории // Эколого-геохимический анализ технического загрязнения: сб. статей. – М.: ИМГРЭ, 1991. – С. 104-115.
17. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: утв. Приказом Минприроды РФ 30 ноября 1992 года. – 51 с.
18. ГН 2.1.7.2041–06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – Введ. 01.04.2006. – М.: Федеральн. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 3 с.
19. Петров К.М. Общая экология: взаимодействие общества и природы: уч. пособие для вузов. – СПб: Химия, 1998. – 352 с.
20. Ozgeldinova, zh. O. idpEstimating the potential sustainability of geosystems in conditions of anthropogenic impacts (a case study of Sarysu basin, Kazakhstan) // Applied ecology and environmental research 15(4):1733-1744. Budapest, Hungary