

# ГЕОЛОГИЯ

---

МРНТИ 38.33.19

*К.М.Джаналеева<sup>1</sup>, Ж.О.Озгелдинова<sup>1</sup>, Ж.Т.Мукаев<sup>2</sup>,  
М.А.Бейсембаева<sup>1</sup>, Г.Т.Оспан<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева,  
г. Астана, Казахстан,

<sup>2</sup>Государственный университет им. Шакарима города Семей,  
г. Семей, Казахстан

## **СОДЕРЖАНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ БАССЕЙНА РЕКИ КЕНГИР**

---

**Аннотация.** Представлены результаты физико-географического исследования бассейна р. Кенгир и особенности процесса хозяйственного освоения его бассейна. Комплексное исследование геосистем бассейна р. Кенгир обусловлено повышающимся антропогенным воздействием на ее природную среду. Преобразование естественных природных ландшафтов в исследуемой территории связано с сырьевой направленностью ее экономики. Как следствие освоения, имеется большое разнообразие степени и видов модификаций природных геосистем. Дана оценка состояния геосистем и выявлены геоэкологические проблемы бассейна. Проведена характеристика современного геоэкологического состояния геосистем на участках фоновых ключевых и расположенных в зоне сильного техногенного загрязнения. Установлено существенное увеличение концентраций  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  в воде по мере приближения к источнику выбросов. Приведены количественные вариационно-статистические показатели содержания макрокомпонентов и микроэлементов, которые отражают интенсивность, характер и особенности их накопления в водах. Составлена карта геосистем бассейна Кенгир.

**Ключевые слова:** бассейн реки, геосистема, геоэкологическое состояние, антропогенное воздействие.

• • •

**Abstract.** The paper presents the results of the physical and geographical study of the Kengir River basin. Features of the process of economic development of the Kengir river basin are considered. A comprehensive study of the geosystems in the Kengir River basin is due to the ever increasing anthropogenic impact on its natural environment. The transformation of natural natural landscapes in the investigated territory is connected with the raw-material orientation of its economy. As a consequence of development, we have a great variety of degrees and types of modifications of natural geosystems. The estimation of the state of geosystems is given and the geocological problems of the basin are revealed. A characteristic of the modern geocological state of geosystems in the areas of background key and located in the zone of strong man-made pollution is carried out. A significant increase in the concentrations of  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  in water as it approaches the source of emissions has been established. The quantitative variational-statistical indicators of the content of macrocomponents and microelements are given, which reflect the intensity, nature and peculiarities of their accumulation in the waters. A map of geosystems of the Kengir basin is compiled.

**Key words:** river basin, geosystem, geocological state, anthropogenic impact.

• • •

**Түйіндеме.** Мақалада Кеңгір өзені алабының физико-географиялық зерттеу қорытындылары көрсетілген. Кеңгір өзені алабының шаруашылық игеру үрдісінің ерекшеліктері қарастырылған. Кеңгір өзені алабының геожүйесін кешенді зерттеу өзеннің табиғи ортасына антропогендік әсердің артуына негізделген. Зерттеліп отырған аймақтың табиғи ландшафтысының өзгеруі осы аймақтың экономикасының шикізаттық өндіріске бағытталғандығына байланысты. Осыған байланысты табиғи геожүйелердің түрленуінің әртүрлі деңгейі байқауымызға болады. Кеңгір өзені алабының шаруашылық игеру үрдісінің ерекшеліктері қарастырылған. Геожүйелердің қазіргі жағдайына баға беріліп алабтың геоэкологиялық мәселелрі айқындалған. Фондық кілттік учаскілердегі және техногендік тұрғыдан қатты ластанған геожүйелердің қазіргі геоэкологиялық жағдайына сипаттама берілді. Шығарындылар көзіне жақындаған сайын судағы  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$  мөлшерінің ұлғайғаны анықталды. Кеңгір өзені алабының геожүйелер картасы құрастырылды. Су жинауының ерекшелігінде, қарқындылығында және сипаттамасында байқалатын макрокомпоненттер мен микроэлементтердің сапалы вариациялық-статистикалық көрсеткіштері келтірілген. Кеңгір өзені алабының геожүйелер картасы құрастырылды.

**Түйінді сөздер:** өзен алабы, геожүйе, геоэкологиялық жағдай, антропогенді әрекет.

**Введение.** Природные факторы, оказывающие влияние на ход эволюции бассейнов рек (климат, морфометрия, характер

растительности в бассейне и пр.), в естественных условиях не столь динамичны, как антропогенные (промышленность, сельское хозяйство, городское строительство в бассейнах рек, изменение гидрографической сети и др.). Поскольку вопросы рационального использования и охраны природных вод с каждым годом приобретают всё большее значение, необходимо рассматривать весь комплекс воздействий на геосистемы бассейнов, в результате которых происходят существенные, а порой и необратимые изменения в водоемах. В современной физической географии распространена идея геосистемно-бассейнового подхода, разработанная Л.М. Корытным [1], К.М. Джаналеевой [2] и др. Бассейновый подход в изучении геосистем отражает как современное состояние природной среды и ее динамику, так и процессы эволюции во времени. Усиление влияния техногенных факторов на природную среду создает различный фон обратных реакций геосистем в процессах их саморегуляции. Геосистемный подход к изучению дифференциации вещества в бассейнах поверхностного стока предполагает взаимосвязь и взаимообусловленность миграции вещества в сопряженных геосистемах. Участки одной и той же локальной микрогеосистемы оказываются по разные стороны водоразделов, которые обычно служат своеобразным геохимическим экраном для непроницаемости водных, большинства воздушных и механических мигрантов. Основные положения методики изучения антропогенных воздействий на природно-территориальные комплексы бассейновых территорий разработаны О.И. Гагариновой, О.А. Ковальчук [3], С.В. Ясинским [4] и др.

Обзор основных публикаций о применении бассейнового подхода в науках географического цикла сделан Л.М. Корытным, который отметив преимущества данного подхода, считает актуальным широкое внедрение бассейновой концепции в практику [5]. Особый интерес представляют системные исследования природно-антропогенных ландшафтов речных бассейнов. Ф.Н. Мильков рассматривает речной бассейн как парагенетическую систему, включающую 2 подсистемы: долинно-речную и водораздельную, природные компоненты которых взаимосвязаны общ-

ностью происхождения: заложением реки, формированием ее долины и бассейна. Таким образом, под парагенетической системой понимается русло реки и прилегающая к нему территория, с которой русло собирает поверхностный и подземный сток, и в ландшафтном плане они образуют сложный природный комплекс.

Главной специализацией населенных пунктов бассейна р. Кенгир является цветная металлургия, представленная горно-обогатительным комбинатом, медеплавильным заводом, обогатительными фабриками, литейно-механическим заводом, шахтами с разработкой открытого типа. Таковыми предприятиями региона являются ПО "Жезказганцветмет", ТОО "Корпорация Казахмыс" и РГП "Жезказганредмет", сточные воды которых поступают непосредственно в р. Сарысу и являются основными источниками загрязнения.

Комплексное исследование геосистем бассейна обусловлено всевозрастающим хозяйственным воздействием. Проведенные в 2012-2013 гг. физико-географические полевые исследования позволяют оценить геоэкологическое состояние геосистем бассейна Кенгир.

**Цель настоящей работы** – оценка последствий антропогенного воздействия на геосистемы бассейна р. Кенгир.

**Методика.** На основе обобщения картографического материала и стандартного инструментария ArcMap 10.1 составлена карта геосистем бассейна Кенгир в масштабе 1:500000 (рис. 1).

Пространственно-временная изменчивость геосистем исследована на примере участков фоновых ключевых и расположенных в зоне сильного антропогенного воздействия (рис. 2, табл. 1).

Определение валового содержания химических элементов в пробах воды выполнялось в сертифицированной лаборатории "Казгидромет" г. Астаны (табл. 2, 5, 6). Полученные экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики [6] с использованием программы Microsoft Excel. При обработке данных применялись следующие статистические показатели:

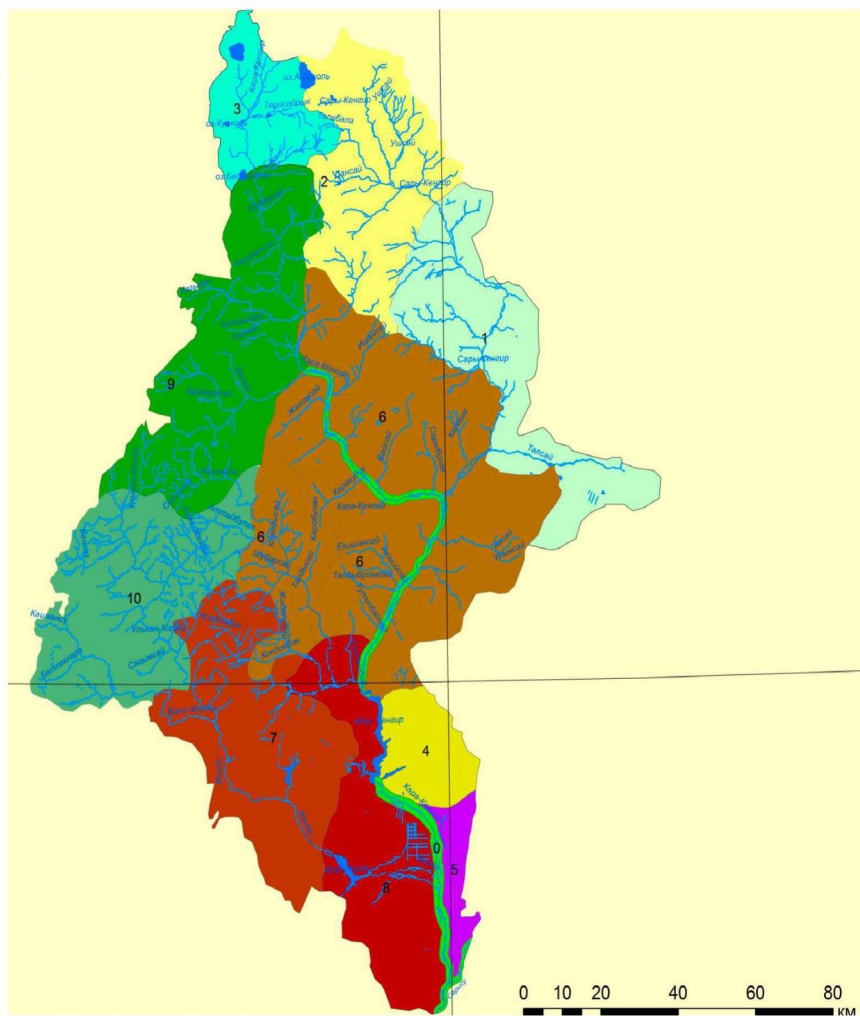


Рис. 1. Карта геосистем бассейна Кенгир

**Равнинные ландшафты**

**Полупустынные**

**Равнины денудационные**

- 1 Грядово-куполовидная равнина, сложенная эффузивами, сланцами, гнейсами, с сублессингиановопольной и ковыльно-тырсовой растительностью на светло-каштановых солонцеватых почвах
- 2 Увалистая равнина с отдельными куполовидными вершинами и фрагментами каолиновой коры выветривания, сложенная туфами, туфопорфиритами, известняками, песчаниками, с сублессингиановопольной и красно-ковыльной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах
- 3 Пологоувалистая слабобрасчлененная равнина с отдельными замкнутыми понижениями, сложенная известняками, песчаниками, с полынно-типчаковой растительностью на светло-каштановых малоразвитых почвах
- 4 Пластовая слабобрасчлененная равнина с полынной, чернобояльчевой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных малоразвитых щебнистых почвах

**Пустынные**

**Северопустынные**

**Равнины денудационные**

- 5 Плосковолнистая цокольная равнина с отдельными куполовидными сопками, руслами временных водотоков и эрозионными останцами, сложенная известняками, доломитами с полынной и чернобояльчевой растительностью на бурых пустынных почвах
- 6 Пластовая расчлененная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, сложенная известняками, доломитами, песчаниками, с полынной и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных почвах

**Равнины аккумулятивные**

- 7 Делювиально-пролювиальная пологосклонная равнина с руслами временных водотоков, сложенная глинами, песками и песчаниками, с житняково-белоземельно-полынно-терескеновой растительностью на бурых пустынных почвах

**Южнопустынные**

**Равнины денудационные**

- 8 Холмисто-волнистая цокольная равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, с биюргуновой и полынной растительностью на солонцах
- 9 Волнистая равнина с замкнутыми котловинами и эрозионными останцами, со злаково-чернобояльчевой, биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на бурых пустынных солонцеватых почвах

**Горные ландшафты**

**Полупустынные**

**Горы тектонически-денудационные**

- 10 Низкогорье увалисто-грядовое, с частичными выходами коренных пород, сложенное эффузионно-осадочными породами с кальцефитно-разнотравно-тырсовой растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах

**Длинные ландшафты**

- 11 Поймы, сложенные глинами, суглинками, песками, с галофитно-луговой растительностью на лугово-солонцеватых почвах и солонцах луговых.

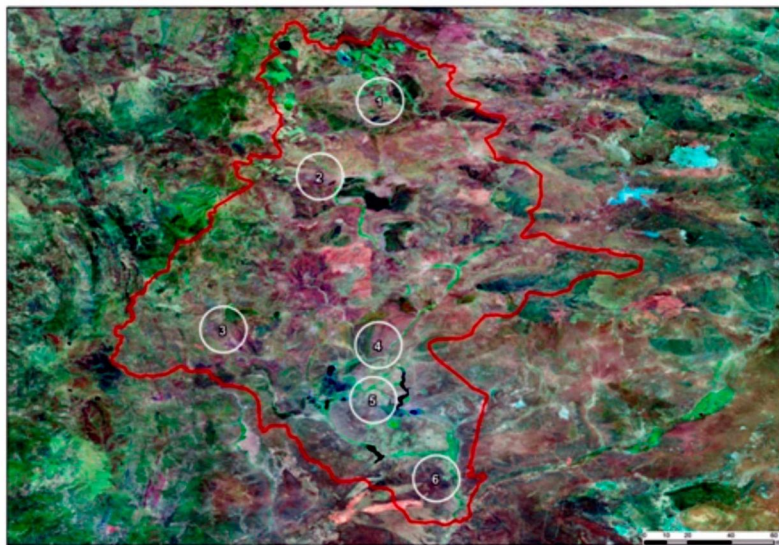


Рис. 2. Ключевые участки

Таблица 1

**Ключевые участки физико-географических исследований бассейна р. Кенгир**

№ по карте (рис. 2)	Ключевой участок	Координаты	Местонахождение	t° воды	Дата, время
1	Егиндинский	49°03'22" С, 67°45'03" В	5 км от села к югу; правый берег р. Сары-Кенгир	21	16.07.2013 11:10
2	Бозтумсыкский	48°45'31" С, 67°30'49" В	3 км от села к востоку; левый берег р. Каракенгир	22	11.07.2013 13:35
3	Жездинский	48°3'53" С, 67°2'29" В	0,2 км от поселка к западу; правый берег р. Жезды	18	02.07.2013 15:00
4	Сатпаевский	47°53'3" С, 67°34'37" В	12 км от города к югу; левый берег р. Каракенгир	19	03.07.2013 12:15
5	Жезказганский	47°48'12" С, 67°43'13" В	0,2 км от города к востоку; Кенгирское водохранилище	22	06.07.2013 16:05
6	Сургитинский	47°27'32" С, 67°54'10" В	25 км от села к западу; левый берег р. Каракенгир	19	03.07.2013 15:20

$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$  – среднее  $\pm$  ошибка среднего;

lim – размах лимитов;

p – разность лимитов;

$\sigma$  – стандартное отклонение;

$C_v$  – коэффициент вариации, %;

r – коэффициент корреляции;

n – число проб.

**Основная часть.** Река Кенгир (Каракенгир) берет начало в южных и юго-восточных склонах Улытауских гор вблизи оз. Баракколь, впадает в р. Сарысу, 384 км от ее устья, на северо-западном конце Голодной Степи (Бетпақдала). Длина 295 км, площадь водосбора 18400 км<sup>2</sup>, средняя высота водосбора 480 м, средневзвешенный уклон 1,07 ‰. Основными притоками Кенгира являются реки Сарыкенгир, Жыланды, Жезды, а также еще 115 притоков общей протяженностью 840 км. Питание рек бассейна снеговое с долей грунтового. Минерализация вод рек, как правило, возрастает с севера к югу, от весны к лету и от осени к зиме. В полупустыне весной воды гидрокарбонатного-кальциевого класса (пресные), летом они превращаются в хлоридно-натриевые (солончатые и даже горькосоленые). Рельеф северной и северо-восточной частей бассейна крупнохолмистый, высота холмов до 200 м. В среднем и нижнем течении – это мелкосопочник, переходящий в равнину. В нижнем течении бассейн расчленен овражно-балочной сетью. В верховьях почвы светлокаштановые солонцеватые, суглинистые, в низовьях бурые. В растительном покрове сочетаются злаково-полынные, полынные и полынно-солянковые комплексы [7-9]. В 60 км от устья на реке расположено Кенгирское водохранилище, которое является основным источником хозяйственного и технического водоснабжения Жезказгана и его промышленного комплекса. Негативное воздействие на него оказывают Жезказганская ТЭЦ, которая использует водохранилище в качестве пруда-охладителя, стоки обработанной воды Жезказганской обогатительной фабрики № 1,2. В водохранилище также поступают воды р. Каракенгир, загрязненные стоками животноводческих ферм и объектов сельского хозяйства.



Проведенные нами исследования в бассейне позволили установить некоторые гидрохимические особенности состава их вод (табл. 2,5), на ключевых участках, расположенных вблизи промышленных предприятий (Сатпаевский, Жезказганский и Сургутинский), которые характеризуются большими изменениями минерализации с преобладанием  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  (табл. 2), что превышает ПДК в 2 раза [10,11]. Хлор и сульфат, преобладающие в сточных водах, относятся к очень подвижным и подвижным элементам [12]. Среднее содержание сульфат-иона в изучаемых водах бассейна составило  $404.69 \pm 52,93$  мг/дм<sup>3</sup> при коэффициенте вариации 32,04 % и размахе лимитов 246-639 мг/дм<sup>3</sup>. Средняя концентрация хлорид-иона в водах бассейна составила  $169,61 \pm 73,02$  при колебаниях 90,45-534,2 мг/дм<sup>3</sup>, коэффициент вариации – 105,45 % (табл. 3). Увеличение их концентрации в водах бассейна Кенгир связано не только с техногенным загрязнением, но и с поступлением этих элементов с подземными водами, выходящими по трещинам в бортах долины реки и обогащенными компонентами рассолов [7].

Полученные данные по концентрации  $\text{NO}_3^-$  в водах бассейна свидетельствуют об увеличении нормы 2-3 раза вниз по течению (см. табл. 2), что связано с сельскохозяйственным воздействием поселков, расположенных вдоль рек бассейна (села Кенгир, Малшыбай, Талап и др.) [10,11]. Объем валовой продукции сельского хозяйства ежегодно увеличивается примерно на 25-30 % [16]. Средняя концентрация нитратов –  $33,67 \pm 7,03$  мг/дм<sup>3</sup>, коэффициент вариации – 72,33 %.

Исследуемые воды имеют слабокислую реакцию (средний рН 4,9). В целом колебания рН мало, но необходимо заметить, что даже незначительное изменение водородного показателя существенно изменит химический состав воды. Общая жесткость характеризует воды бассейна как жесткие (50 %), реже – как умеренно жесткие (33 %) и мягкие (17 %). Средняя величина общей жесткости составила  $5,28 \pm 0,78$  мг-экв/дм<sup>3</sup>. Наиболее жесткими оказались воды с ключевых участков нижнего течения (Сатпаев, Сургутинский).

Таблица 2

## Содержание главных ионов и степень минерализации воды в бассейне Кенгир

Ключевой участок	pH	Общая жесткость	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	Фосфор общий	Σ азота	
Егиндинский	4,3	3,4	243	0,4	91,56	246	2,1	17	0,9	0	0	13	0,035	1,54	
Бозтумсыкский	4,1	4,9	134	0,5	90,45	345	1,5	19	0,6	0	0	11	0,032	1,34	
Жездинский	4,6	6,4	262	23,5	92,16	412,12	1,2	21	1,1	0	0,0	12	0,064	2,31	
Сатпаевский	5,2	6	50,6	0,1	115,2	399	0,56	28	0,77	0	0	27,6	0,078	0,01	
Жезказганский	5,9	3	163	0,7	94,08	387	0,74	19	0,13	0	0	19,6	0,054	0,6	
Сургутинский	5,3	8	279	11,6	534,2	639	2,4	53	0,07	0	0	48,4	0,098	1,32	
Предельно-допустимая концентрация, мг/дм <sup>3</sup> ПДК <sub>в</sub> / ПДК <sub>вр</sub>	6-9	7.0 (10)	—	—	350/300	500/100	3.0/0.08 (0.02 по N)	45/40.0 (9.1 по N)	—/0.5	0,25/0.001	0	50.0/10.0	—	—	—

\* Примечание: ПДК<sub>в</sub> – для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; ПДК<sub>вр</sub> – для рыбохозяйственного значения.

**Вариационно-статистические показатели макрокомпонентного  
состава вод бассейна Кенгир**

Параметр	$\bar{x} \pm S_x$	lim	$\rho$	$\sigma$	$C_v, \%$
	мг/дм <sup>3</sup>				
pH	4,9±0,28	4,1-5,9	1,8	0,68	13,96
Общая жесткость	5,28±0,78	3-8	5	1,90	35,96
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	188,6±36,15	50,6-279	228,4	88,54	46,95
CO <sub>2</sub>	6,13±3,92	0,1-23,5	23,4	9,61	156,73
Cl <sup>-</sup>	169,61±73,02	90,45-534,2	443,75	178,86	105,45
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	404,69±52,93	246-639	393	129,65	32,04
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,42±0,30	0,56-2,4	1,84	0,73	51,67
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	26,17±5,59	17-53	36	13,69	52,31
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,60±0,17	0,07-1,1	1,03	0,42	70,13
Σ азота	1,19±0,32	0,01-2,31	2,3	0,79	66,96
Взвешенные вещества	21,93±5,88	11-48,4	37,4	14,39	65,63
Фосфор общий	0,06±0,01	0,03-0,10	0,07	0,03	42,24

На всех исследуемых ключевых участках бассейна по содержанию нефтепродуктов и фенолов их уровень приближен к абсолютному минимуму.

Химические параметры изученных вод бассейна Кенгир взаимозависимы, за исключением NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, который имеет слабые обратные, либо слабые недостоверные связи (табл. 4). Слабые корреляционные зависимости главных компонентов воды с Cl<sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> можно объяснить мозаичностью загрязнения вод бассейна.

Таблица 4

**Корреляционные зависимости макрокомпонентного состава воды  
бассейна Кенгир**

Состав воды	pH	Общая жесткость	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Взвешенные вещества	Фосфор общий	Σ азота
pH	1											
Общая жесткость	0,02	1										
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,14	0,24	1									
CO <sub>2</sub>	-0,07	0,61	0,64	1								
Cl <sup>-</sup>	0,31	0,71	0,46	0,27	1							
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,48	0,81	0,31	0,45	0,89	1						
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0,38	0,29	0,74	0,17	0,63	0,28	1					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,36	0,81	0,31	0,27	0,97	0,93	0,48	1				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,67	-0,06	-0,03	0,28	-0,61	-0,59	-0,17	-0,56	1			
Взвешенные вещества	0,55	0,67	0,17	0,09	0,92	0,88	0,34	0,96	-0,65	1		
Фосфор общий	0,58	0,80	0,14	0,41	0,76	0,88	0,06	0,87	-0,37	0,88	1	
Σ азота	-0,57	0,18	0,80	0,72	0,04	-0,02	0,53	-0,08	0,41	-0,31	-0,21	1

51

Таблица 5

**Содержание тяжелых металлов в водах бассейна Кенгир**

Ключевой участок	Cu <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Zn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Pb <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Cr <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Cd <sup>2+</sup> , мкг/дм <sup>3</sup>
Егиндинский	0,46	1,45	0,004	0,011	0,029
Бозтумсыкский	0,49	1,56	0,004	0,01	0,023
Жездинский	0,57	1,3	0,005	0,014	0,275
Сатпаевский	0,32	1,54	0,0015	0,0078	0,059
Жезказганский	0,34	1,81	0,0028	0,0017	0,017
Сургутинский	0,74	2,33	0,0036	0,0017	0,028
Предельно-допустимая концентрация ПДК <sub>в</sub> /ПДК <sub>вр</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1/0.001	5/0.01	0.03/-	0.05/0.02	1/5

Содержание Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup> и Cr<sup>6+</sup> не превышает норму предельно-допустимых концентраций (ПДК) (табл. 5) [10, 11].

Таблица 6

**Вариационно-статистические показатели распределения тяжелых металлов в водах бассейна Кенгир**

Химический элемент	$\bar{x} \pm Sx$	lim	$\rho$	$\sigma$	C <sub>v</sub> , %
Cu <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,49±0,06	0,32-0,74	0,42	0,16	31,98
Zn <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,67±0,15	1,3-2,33	1,03	0,37	21,97
Cd <sup>2+</sup> , мкг/ дм <sup>3</sup>	0,07±0,04	0,02-0,28	0,26	0,10	140,03
Pb <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,003±0,0005	0,002-0,01	0,008	0,001	34,57
Cr <sup>6+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,008±0,002	0,002-0,01	0,008	0,01	65,68

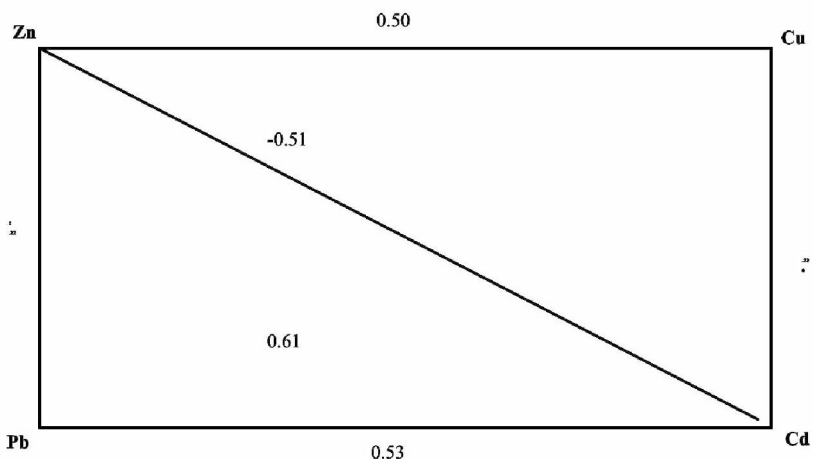


Рис. 3. Диаграмма корреляционных связей между тяжелыми металлами в водах бассейна Кенгир

На корреляционной матрице в диаграмме (рис. 3) видно, что наибольшая сила корреляционной связи в паре элементов Pb-Cu ( $r=0.50$ ). Отмечена обратная связь между Zn и Cd. В целом выявленные корреляционные связи между микрокомпонентами воды отражают многофакторность генезиса химического состава исследованных вод и в какой-то степени подверженность техногенному загрязнению.

По концентрации в водах бассейна главные ионы образуют следующий убывающий ряд, мг/дм<sup>3</sup>:

$\text{SO}_4^{2-}$  (404,69) >  $\text{HCO}_3^-$  (188,6) >  $\text{Cl}^-$  (169,61) >  $\text{NO}_3^-$  (26,17) >  $\text{Zn}_{2+}$  (1,67) >  $\text{NO}_2^-$  (1,42) >  $\text{NH}_4^+$  (0,60) >  $\text{Cu}^{2+}$  (0,49) >  $\text{Cr}^{6+}$  (0,008) >  $\text{Pb}^{2+}$  (0,003) >  $\text{Cd}^{2+}$  (0,00007).

**Выводы.** Геосистемы бассейна р. Кенгир относятся к полупустынным и пустынным типам ландшафта, которые усиливают возникающие там экологические напряженности. Недостаточное атмосферное увлажнение, резко выраженная континентальность, засушливость, интенсивное испарение, широкое распространение скалистых трещиноватых, а местами и закарсто-

ванных горных пород – все эти причины мешают формированию устойчивого поверхностного стока. Спектр загрязнения вод бассейна Кенгир продуктами техногенеза отражает разнопрофильность промышленного производства с преобладанием предприятий цветной металлургии. В результате проведенных мониторинговых гидрохимических исследований установлено, что с промышленными хозяйственно-бытовыми сточными водами Жезказганской промзоны в Кенгир поступает значительное количество химических элементов, а именно  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , превышающее ПДК в 2-3 раза.

Полученные результаты создают основу для выработки подходов и критериев оценки геоэкологического воздействия антропогенной деятельности на геосистемы бассейна р. Кенгир. Составленную карту геосистем бассейна Кенгир целесообразно использовать для организации и проведения дальнейшего мониторинга окружающей среды в исследуемом регионе.

### Список литературы

- 1 *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 5-16.
- 2 *Джаналеева К.М.* Теоретические и методологические проблемы географии. – Астана, 2008. – 225 с.
- 3 *Гагаринова О.И., Ковальчук О.А.* Оценка антропогенных воздействий на ландшафтно-гидрологические комплексы // География и природные ресурсы. – 2012. – № 3. – С. 151-156.
- 4 *Ясинский С.В.* Геоэкологический анализ антропогенных воздействий на водосборы малых рек // Изв. РАН. Сер. «География». – 2000. – № 4. – С. 74-82.
- 5 *Bloschl G., Sivapalan N., Korytnyi L. et al.* Runoff Prediction in Ungauged Basins. Synthesis across Processes Prediction in Ungauged Basins-Cambridge University Press, 2013. – 484 p.
- 6 *Дубровская Л.И., Князев Г.Б.* Компьютерная обработка естественнонаучных данных методами многомерной прикладной

статистики. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. – 120 с.

7 *Темереева Ф.М.* Природа Жезказганского края. – Жезказган, 2002. – 105 с.

8 *Калменова У.А.* Физическая география Центрального Казахстана. – Жезказган, 2000. – 79 с.

9 *Гальперин Р.И., Молдахметов М.М.* Материалы по гидрографии Казахстана. – Алматы, 2003. – 83 с.

10 Санитарно-эпидемиологические требования к водоемосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и места культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов. Утв. ПП РК № 104 от 18.01.2012 г.

11 Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 14 с.

12 *Мусин А.Г.* Геохимия ландшафта: учеб. пособие. – Казань, ТГПУ, 2009. – 105 с.

13 Официальный сайт ГУ "Отдел сельского хозяйства и ветеринарии города Жезказгана, [Электронный ресурс]: "<http://agro.jezkazgan.gov.kz/>.

***Джаналеева К.М.***, доктор географических наук, e-mail: [ozgeldinova@mail.ru](mailto:ozgeldinova@mail.ru)

***Озгелдинова Ж.О.***, PhD доктор, и.о. доцента, e-mail : [ozgeldinova@mail.ru](mailto:ozgeldinova@mail.ru)

***Мукаев Ж.***, PhD доктор

***Бейсембаева М.А.***, PhD доктор, и.о. доцента, e-mail: [manirater@mail.ru](mailto:manirater@mail.ru)