

УДК [911:574] (282.255.474)

К.М. Джаналеева, Ж.О. Озгелдинова*, М.Г. Кондратенко

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

*E-mail: ozgeldinova@mail.ru

Геоэкологическое состояние поверхностного стока геосистем бассейна реки Сарысу

Проведена характеристика геоэкологического состояния геосистем на участках фоновых ключевых, а также на участках, расположенных в зоне сильного антропогенного заражения. Установлено существенное увеличение концентраций SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- и Pb^{2+} 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 Сарысу.

Ключевые слова: бассейн реки, геоэкология, геосистема, антропогенное воздействие.

K.M. Janaleyeva, Zh.O. Ozgeldinova, M.G. Kondratenko

Geoecological state of the surface flow of geosystems Sarysu river basin

Held characteristic of geoecological state of geosystems on the sites of background key and located in the zone of strong anthropogenic contamination. Found a significant increase in the concentration of SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- and Pb^{2+} in water, on the approach to the emission source. Quantitative variation-statistics content of macro-and microelements, which reflect the intensity, character and features of their accumulation in the waters. Map of geosystems Sarysu basin.

Key words: river basin, geoecology, geosystem, anthropogenic impact.

К.М. Джаналеева, Ж.О. Озгелдинова, М.Г. Кондратенко

Сарысу өзені алабы геожүйелерінің жер беті ағынының геоэкологиялық жағдайы

Негізгі фондық аймақтар мен қарқынды антропогендік әрекет ету зоналарында орналасқан геожүйелердің геоэкологиялық сипаттамасы берілген. Ластаушы заттар құйылатын көзге жақындаған сайын судағы SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- и Pb^{2+} мөлшерінің көбеюі анықталды. Судағы макрокомпоненттер мен микроэлементтер мөлшерінің сандық вариациялық-статистикалық көрсеткіштері келтірілген. Сандық вариациялық-статистикалық көрсеткіштер макрокомпоненттер мен микроэлементтердің судағы жинақталу ерекшеліктерін айқындайды. Сарысу өзені алабының геожүйелер картасы құрастырылған.

Түйін сөздер: өзен алабы, геоэкология, геожүйе, антропогендік әрекет.

Введение

В последние годы в физической географии распространена идея геосистемно-бассейнового подхода. Концепция геосистемного подхода разработана в трудах В.Н. Солнцева [1], В.Б. Со-

чава [2], Л.М. Корытного [3] и др. Бассейновый подход в изучении геосистем отражает как современное состояние природной среды и ее динамику, так и процессы эволюции во времени. Геосистемный подход к изучению дифферен-

циации вещества в бассейнах поверхностного стока предполагает взаимосвязь и взаимообусловленность миграции вещества в сопряженных геосистемах. В географической системе все компоненты равноправны и все взаимосвязи между ними подлежат изучению. В.Б. Сочава сформулировал первое представление о геосистемах как природных образованиях, в той или иной степени измененных антропогенными факторами. Геосистема – это единство процесса и результата, генезиса и современной организации, функционирования и структуры, а также состояния на каждый момент времени [4-6].

С начала XX в. на территории бассейна реки Сарысу резко усилилась хозяйственная деятельность, причем как сельскохозяйственная, так и горнодобывающая, что привело к увеличению потребления водных ресурсов и значительному изменению гидрографической сети. На Сарысу создано 9 водохранилищ, самые крупные из них – Кенгирское, Жездинское, Мухтаровское, Поливное; крупнейший индустриальный комплекс цветной металлургии, сырьевая база черной металлургии Республики Казахстан. Металлургия региона представлена горно-обогажительным комбинатом, медеплавильным заводом, обогажительными фабриками, литейно-механическим заводом, добычей и переработкой железной руды, шахтами с разработкой открытого типа. Такими предприятиями региона являются ПО «Жезказганцветмет», ТОО «Корпорация Казахмыс» и РГП «Жезказганредмет» и АО «Жайремский ГОК», сточные воды которых поступают непосредственно в Сарысу и являются основными источниками загрязнения.

В физико-географическом отношении геосистемы бассейна Сарысу изучены крайне слабо. Потребность в тщательном географическом изучении геосистем бассейна обусловлена все возрастающим хозяйственным воздействием на ее природную среду. Проведенные нами в 2012-2013 гг. физико-географические полевые исследования позволяют охарактеризовать природу и оценить геоэкологическое состояние бассейна Сарысу.

Цель настоящей работы – диагностика геосистем, изучение их геоэкологического состояния, изменений химических свойств под влиянием антропогенного воздействия.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужили геосистемы бассейна реки Сарысу на 12 ключевых участках.

Среднемасштабная (1:500000) карта геосистем бассейна реки Сарысу (рис. 1, табл. 1) составлена на основе обобщения картографического материала, многочисленных литературных источников, фондовых материалов с помощью стандартного инструментария ArcGIS.

Легенда карты геосистем (№ по карте, рис. 1) сгруппирована в зависимости от рода геосистем, характеризующего морфологию и генезис рельефа.

Для проведения комплексных физико-географических исследований нами на первых этапах исследований были определены опорные пункты, на которых производились полустационарные полевые исследования по основным элементам компонентов природной среды. Расположение ключевых участков по бассейну указано на рисунке 2, табл. 1.

Химические анализы образцов воды и почвы (24 проб) на содержание в них отдельных ингредиентов загрязняющих веществ выполнены в сертифицированной лаборатории «КАЗГИДРОМЕТ» г. Астаны (табл. 2, 3). Полученные экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [7] с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Геосистема (микрогеосистема), в свою очередь, объединяется в субгеосистему, приуроченную к бассейнам притоков I, II и других порядков. Субгеосистемы бассейна реки группируются по характеру и функциям поверхностного и подземного стока. Они объединяются в зоне формирования, транзита, рассеивания (распластывания) стока и выделяются нами как подгеосистемы.

При изучении бассейна реки Сарысу нами выделено три подгеосистемы: Верхне-Сарысуйская (Жаман-Сарысуйская, Жаксы-Сарысуйская, Талды-Манакская, Атасуйская, Кудаймендинская, Кенсазская субгеосистемы); Средне-Сарысуйская (Кенгирская) и Нижне-Сарысуйская (от впадения р. Кенгир в Сарысу до озера Теликоль), развитие которых приурочены к стоку реки внутри бассейна, где доминируют пространственно-временные связи руслообразующих процессов от истока к устью.

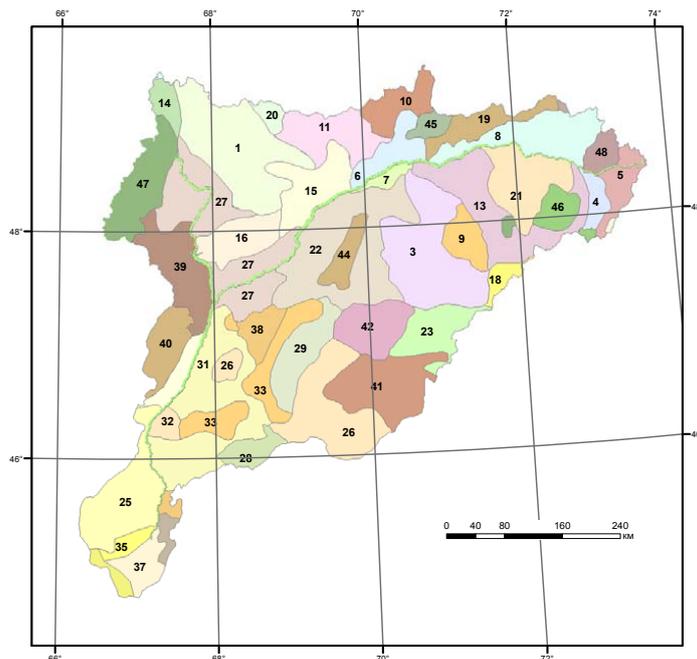


Рисунок 1 – Карта геосистем бассейна реки Сарысу

Примечание к рисунку

Равнинные

1. Степные

Увалисто-холмистые равнины с мелкими кустовыми грядами, руслами временных водотоков, выходами материнских пород, сложенные позднеордовикскими мергелями и песчаниками, сформированные на девонских интрузиях с кальцефитно-разнопопынно-тырсовой растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (1-7); Озерно-аллювиальная равнина, сложенная породами силурийской системы, с кустарниково-петрофитно-разнотравной и кустарниково-дерновиннозлаковой растительностью на светло-каштановых почвах с солонцами, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (8).

2. Полупустынные

Холмисто-волнистые цокольные равнины с руслами временных водотоков, сложенные позднемереловыми породами, сформированные на девонских интрузиях с однолетнесолянковой, кустарниково-кальцефитно-разнотравно-попынно-тырсовой местами грудницево-ковыльно-типчакковой растительностью и лугами на бурых пустынных малоразвитых щебнистых почвах с участием солонцов, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (10-21). Слабонаклонная делювиально-пролювиальная равнина с руслами временных водотоков, сложенная четвертичными породами, сформированные на девонской системе с попынно-тырсовой растительностью на светло-каштановых нормальных почвах, используемые под пастбищные угодья (22).

3. Пустынные

Северопустынные

Мелкосопочник с мелкими песками, сложенные неоген-четвертичными породами, сформированные на среднекаменноугольных интрузиях с ковыльно-сублессингиановопольной и тасбиюргуновой растительностью на бурых солонцеватых почвах, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (23-28). Слабонаклонные делювиально-пролювиальные равнины, сложенные раннечетвертичными осадочными породами, со злаково-чернобоялычевой, житняково-белоземельнопопынно-терескеновой и тасбиюргуновой растительностью в сочетании с галофитно-злаковыми лугами и кустарниковыми зарослями на бурых пустынных почвах, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (29-31). Бугристо-грядовые равнины с увалами, сложенные среднечетвертичными осадочными породами с обионой, однолетнесолянково-сарсазановой и житняково-белоземельнопопынно-терескеновой растительностью на песках с участием пойменных луговых почв, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (32-33). Речные аллювиальные равнины, сложенные позднечетвертичными осадочными породами, сформированные на палеогеновой системе с биюргуновой, белоземельно-попынной, местами в комплексе с смешанносаксауловой растительностью на лугово-болотных почвах, используемые под пастбищные угодья (34-37). Озерно-аллювиальная равнина, сложенная раннечетвертичными осадочными породами, сформированные на палеогеновой системе с биюргуновой и попынной растительностью на бурых солонцеватых в сочетании с такырами почвах, используемые под пастбищные угодья (38).

Южнопустынные

Холмисто-волнистые цокольные равнины с руслами временных водотоков, сложенные позднемереловыми осадочными породами, сформированные на девонских интрузиях со злаково-чернобоялычевой, ковыльно-сублессингиановопольной и биюргуновой растительностью на бурых пустынных солонцеватых почвах, используемые под пастбищные угодья (39-42). Слабонаклонная аккумулятивная делювиально-пролювиальная равнина сложенная позднемереловыми осадочными породами, сформированные на палеогеновой системе с чернобоялычевой в комплексе биюргуновой и тасбиюргуновой растительностью на серо-бурых малоразвитых и щебнистых почвах, используемые под пастбищные угодья (43). Бугристо-грядовая эоловая равнина с увалами и мелкобугристыми песками, сложенная среднечетвертичными осадочными породами, сформированные на четвертичной системе с однолетнесолянковой, местами

грудничево-типчаковой, нитрозовопольно-типчаковой растительностью и лугами на бурых пустынных почвах с солонцами, используемые под пастбищные угодья (44).

Горные

1. Степные

Низкогорья островные, сложенные неоген-четвертичными осадочными породами, сформированные на пермских интрузиях с кустарниково-сублессингиановопольно-дерновинно-злаковой и петрофитно-разнотравной растительностью на светло-каштановых малоразвитых и неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых почвах, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (45-47).

2. Полупустынные

Низкогорье увалистое, сложенное неоген-четвертичными осадочными породами, сформированные на силурийской системе с типчаково-ковыльной, петрофитно-разнотравно-овсецовой растительностью на светло-каштановых почвах, используемые под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья (48).

Таблица 1 – Ключевые участки физико-географических исследований бассейна реки Сарысу

№ по карте	Ключевые участки	Координаты	Местонахождение	Дата, время	t° воды
1	Кайрактинский	48°27'11" С, 73°12'29" В	0,5 км от села к западу, левый берег р. Кайракты	10.07.2013 15:40	22°
2	Кызылтауский	47°57'40" С, 72°16'54" В	0,7 км от поселка к северу, левый берег р. Талды-Манака	09.07.2013 11:46	19°
3	Атасуйский	48°41'11" С, 71°39'13" В	8 км от поселка к югу, правый берег р. Атасу	07.07.2013 14:35	21°
4	Кызылжарский	47°49'31" С, 67°39'43" В	10 км от поселка к северу, левый берег р. Сарысу	08.07.2013 09:56	21°
5	Жезказганский	47°48'12" С, 67°43'13" В	0,2 км от города к востоку, Кенгирское водохранилище	06.07.2013 16:05	22°
6	Саптаевский	47°53'3" С, 67°34'37" В	12 км от города к югу, левый берег р. Каракенгир	03.07.2013 12:15	19°
7	Жездинский	48°3'53" С, 67°2'29" В	0,2 км от поселка к западу, правый берег р. Жезды	02.07.2013. 15:00	18°
8	Бозтумсыкский	48°45'31" С, 67°30'49" В	3 км от села к востоку, левый берег р. Каракенгир	11.07.2013 13:35	22°
9	Егиндинский	49°03'22" С, 67°45'03" В	5 км от села к югу, правый берег р. Сары-Кенгир	16.07.2013 11:10	21°
10	Мибулакский	47°34'33" С, 67°51'35" В	30 км от села к западу, левый берег р. Сарысу	04.07.2013. 15:20	19°
11	Бетпақдалинский	46°18'35" С, 67°9'23" В	150 км от Жезказгана к югу, левый берег р. Сарысу	05.07.2013. 08:30	18°
12	Мойынқумский	45°36'34" С, 67°17'39" В	280 км от Жезказгана к югу, левый берег р. Сарысу	05.07.2013. 17:20	23°

Зарождаясь в Казахском мелкосопочнике, Сарысу на всем протяжении течет по полупустынной и пустынной зоне. Река образована слиянием рек Жаман Сарысу и Жаксы Сарысу. Впадает в оз. Телеколь. Названия составляющих отражают качество их вод, – воды Жаман-Сарысу соленые, а Жаксы-Сарысу – менее минерализованные. Впрочем, минерализация воды самой Сарысу увеличивается вниз по течению,

и в межень в среднем течении она становится солоноватой, а в нижнем – соленой. Считается, что длина реки от слияния составляющих 761 км, но она не остается постоянной и неодинакова в маловодные и многоводные годы. Площадь бассейна – 81600 км². Средневзвешенный уклон – 0,62 %. Средняя высота водосбора – 490 м. Имеет несколько притоков, из них основные – Атасу, Каракенгир, Сарыкенгир, Жезды и др. По

мере удаления на запад количество притоков, впадающих в реку, постепенно уменьшается. Ниже устья Каракенгир они совершенно пропадают. Таким образом, восточная часть бассейна реки Сарысу в отношении развития речной сети находится в лучших условиях, чем западная, где единственным водным источником является сама р. Сарысу.

Как показали исследования, проведенные в 2012-2013 гг., гидрохимический режим р. Сарысу после впадения р. Каракенгир в районе с. Мибулак характеризуется большими изменениями минерализации с преобладанием HCO_3^- , CO_2 , Cl^- , и SO_4^{2-} (табл. 2). Наиболее значимый вклад в техногенное поступление химических элементов в данном регионе вносят предприятия цветной металлургии, основная продукция которых катодная медь, серебро аффинированное, золото аффинированное, цинковый концентрат, свинцовая пыль, серная кислота, соли редких металлов.

Полученные данные по концентрации макроэлементов в воде р. Сарысу показывают, что уже на небольшом расстоянии от села Мибулак (30-35 км ниже по течению) происходит снижение концентраций главных ионов (2-4 раза) (табл. 2). Несколько повышенные (в 1,5-2 раза) концентрации ионов хлора и сульфата постоянно присутствуют на протяжении всей верхней части бассейна. Отметим, что ин-

тенсивность рассеяния элемента отражает коэффициент водной миграции. Хлор и сульфат, преобладающие в сточных водах, относятся к подвижным элементам [8]. Среднее содержание хлорид-иона в водах бассейна составило 253.37 ± 88.00 при колебаниях 90.36-969.6 мг/дм³, коэффициент вариации составил 121.68%, концентрация сульфат-ионов в изучаемых водах бассейна составила 446.54 ± 49.92 мг/дм³ при коэффициенте вариации 38.72% и размахе лимитов 246-764 мг/дм³ (табл. 4). Увеличение их концентрации в воде Сарысу ниже пос. Атасу связано не только с техногенной эмиссией, но и с поступлением этих элементов с подземными водами, выходящими по трещинам в бортах долины реки и обогащенными компонентами рассолов [9].

Аккумуляция нитритов в водах привлекает большое внимание вследствие наличия ряда доказанных токсикологических воздействий на человека. Токсичность нитратов связана с трансформацией его в нитриты, которые способны вызвать метгемоглобинемию и заболевания сердечнососудистой системы. Увеличение концентраций NO_2^- и NO_3^- в реке происходит на отрезке впадения в бассейн р. Каракенгир, что связано с агрогенным воздействием вышестоящих населенных пунктов, где сельское хозяйство данного региона представлено тремя сельскими округами. Это села Кенгир, Малшыбай

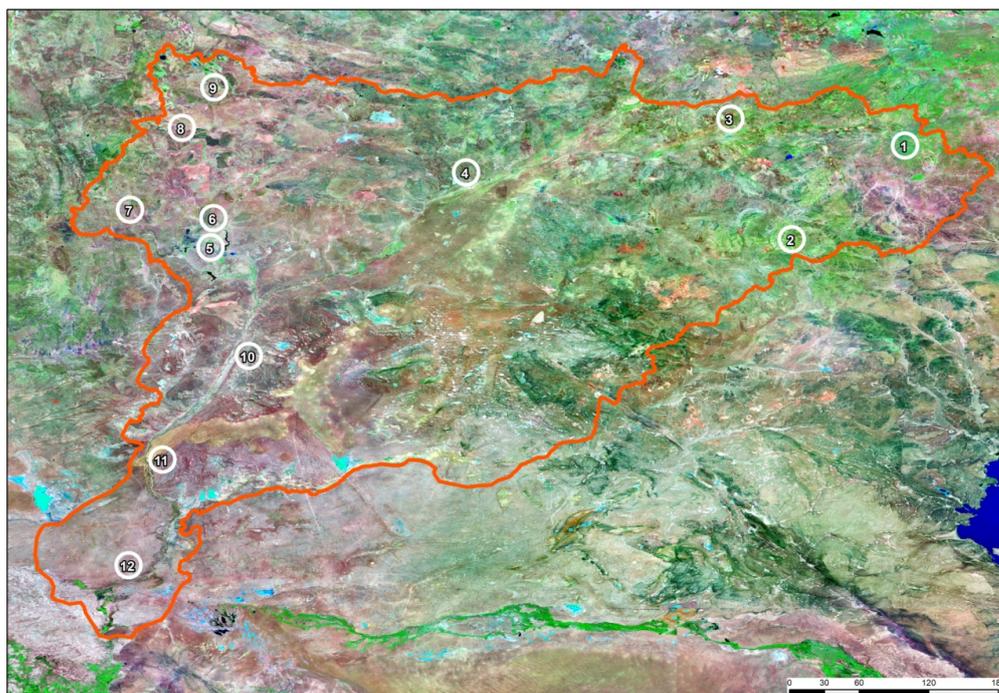


Рисунок 2 – Ключевые участки

и Талап. Объем валовой продукции сельского хозяйства ежегодно увеличивается примерно на 25-30% [10]. И вниз по течению до ключевого участка Мойынкум концентрации нитрита и нитрата увеличиваются (табл. 2). Средняя концентрация нитритов в водах составила 1.67 ± 0.32 мг/дм³, нитратов 33.67 ± 7.03 мг/дм³. Коэффициент вариации нитритов 66.70%, нитратов 72.33% (табл. 4).

Величина рН – один из главных показателей характера водной среды. рН водной среды определяет вероятные концентрации в ней различных химических элементов, их миграционные формы и возможные процессы изменения концентраций и форм элементов. Исследуемые воды имеют слабокислую реакцию. Средняя величина рН вод бассейна Сарысу составила 5.17.

Таблица 2 – Содержание главных ионов и минерализация воды бассейна реки Сарысу

Ключевые участки	рН	Общая жесткость	HCO ₃ ⁻	CO ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	Фосфор общий	У азота
1. Кайрактинский	5.1	4.4	165	0.1	90.36	265	0.95	17	0.08	0	12	0.023	1.12
2. Кызылтауский	5.2	5.2	276	0.1	91.35	342	1.1	23	0.07	0	15	0.034	0.50
3. Атасуйский	5.1	6.4	318	0.1	92.16	412.12	0.91	21	0.09	0	18	0.078	1.28
4. Кызылжарский	5.4	5.9	145	0.3	92.54	398.34	0.87	20	0.09	0	19	0.061	0.50
5. Жезказганский	5.9	3	163	0.7	94.08	387	0.74	19	0.13	0	19.6	0.054	0.60
6. Сатпаевский	5.2	6	50.6	0.1	115.2	399	0.56	28	0.77	0	27.6	0.078	0.01
7. Жездинский	4.6	6.4	262	23.5	92.16	412.12	1.2	21	1.10	0.01	12	0.064	2.31
8. Бозтумсыкский	4.1	4.9	134	0.5	90.45	345	1.5	19	0.60	0	11	0.032	1.34
9. Егиндинский	4.3	3.4	243	0.4	91.56	246	2.1	17	0.90	0	13	0.035	1.54
10. Мибулакский	5.3	13.0	379	19.8	969.6	764	3.4	73	0.07	0	63.6	0.162	2.46
11. Бетпақдалинский	6.0	11.0	430	22.7	768	713	3.8	84	0.05	0	88	0.049	3.14
12. Мойынкумский	5.9	9.5	356	15.1	453	675	2.9	62	0.02	0	56	0.042	2.78
Предельно-допустимая концентрация, мг/дм ³ ПДК _в /ПДК _{вр} *	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	0.1/0.05	-	-	-

*Примечание: ПДК_в – Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденные ПП РК № 104 от 18.01.2012 г. ПДК_{вр} – Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, Москва, 1990 г.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в водах бассейна реки Сарысу

Ключевые участки	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺	Cr ⁶⁺	Cd ²⁺
Единицы измерения	мг/дм ³				мкг/ дм ³
1. Кайрактинский	0.29	1.2	0.0034	0.0011	0.053
2. Кызылтауский	0.34	1.1	0.0041	0.0018	0.061
3. Атасуйский	0.57	1.3	0.0047	0.0029	0.064
4. Кызылжарский	0.43	1.4	0.034	0.0019	0.034
5. Жезказганский	0.34	1.81	0.0028	0.0017	0.017
6. Сатпаевский	0.32	1.54	0.0015	0.0078	0.059
7. Жездинский	0.57	1.3	0.005	0.014	0.275
8. Бозтумсыкский	0.49	1.56	0.004	0.01	0.023
9. Егиндинский	0.46	1.45	0.004	0.011	0.029
10. Мибулакский	0.74	2.33	0.0036	0.0017	0.028
11. Бетпакдалинский	0.8	2.47	0.002	0.0014	0.031
12. Мойынкумский	0.7	2.32	0.002	0.0011	0.027
Предельно-допустимая концентрация ПДК _в /ПДК _{вр} [*] , мг/дм ³	1/0.001	5/0.01	0.03	0.05/0.02	1/5

* Примечание: ПДК_в – Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водосточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденные ПП РК № 104 от 18.01.2012 г. ПДК_{вр} – Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, Москва, 1990 г.

В целом, колебания pH незначительны, но необходимо отметить, что даже незначительное изменения водородного показателя может значительно изменить химический состав воды (табл. 4).

Величина общей жесткости (от 3 до 13 мг-экв/дм³) характеризует воды бассейна как жесткие (42%), реже – умеренно-жесткие (50%) и мягкие (8%). Средняя величина общей жесткости составила 6.59±0.88 мг-экв/дм³ при коэффициенте вариации 46.32%. Наиболее жесткими оказались воды, отобранные на ключевых участках нижнего течения в районе Бетпак-Далы и Мойынкумов (13, 11 мг-экв/дм³). Среднее содержание гидрокарбонат-иона в водах бассейна Сарысу составило 243.47±33.06 мг/дм³. Размах варьирования данного иона лежит в пределах 50.6-430 мг/дм³, коэффициент вариации составил 47.04% (табл. 4).

Ионы тяжелых металлов – цинка, меди, кадмия, свинца и другие – относятся к наиболее опасным загрязнителям природной среды. Содержание Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺ не превышает нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) (табл. 3). Среднее содержание Cu²⁺ в водах бас-

сейна Сарысу составило 0.50±0.05 мг/дм³. Размах варьирования данного иона лежит в пределах 0.3-0.8 мг/дм³, коэффициент вариации составил 34.43% (табл. 5).

Резкое увеличение содержание Pb²⁺ наблюдается на ключевом участке Кызылжар (табл. 3) что, вероятно, связано с техногенным воздействием близлежащего Жайремского горно-обогатительного комбината. Основной особенностью месторождений горно-обогатительного комбината (Жайрем, Ушкатын 3, Жомарт) является совмещение в пространстве сингенетических, пластовых железомарганцевых и свинцово-цинковых руд с наложением гидротермального метасоматического барито-свинцово-цинкового оруденения. АО «Жайремский ГОК» является основным производителем и экспортером марганцевых и баритовых концентратов в Республике Казахстан. Средняя концентрация данного элемента в водах бассейна составила 0.005±0.003, при коэффициенте вариации 149.82% и размахе варьирования 0.002-0.03 мкг/дм³ (табл. 5).

Таблица 4 – Вариационно-статистические показатели макрокомпонентного состава вод бассейна реки Сарысу

Параметры	$\overline{X} \pm S \overline{x}$	lim	p	σ	C _v , %
	мг/дм ³				
pH	5.17±0.17	4.1-6	1,9	0.60	11.74
Общая жесткость	6.59±0.88	3-13	10	3.05	46.32
HCO ₃ ⁻	243.47±33.06	50.6-430	379.4	114.53	47.04
CO ₂	6.95±2.90	0.1-23.5	23.4	10.04	144.47
Cl ⁻	253.37±88.00	90.36-969.6	879.24	308.30	121.68
SO ₄ ²⁻	446.54±49.92	246-764	518	172.91	38.72
NO ₂ ⁻	1.67±0.32	0.56-3.8	3.24	1.11	66.70
NO ₃ ⁻	33.67±7.03	17-84	67	24.35	72.33
NH ₄ ⁺	0.33±0.11	0.02-1.1	1.08	0.39	199.23
Σ азота	1.46±0.29	0.01-3.14	3.13	1.01	68.70
Взвешенные вещества	29.57±7.31	11-88	77	25.35	85.73
Фосфор общий	0.06±0.01	0.02-0.16	0.14	0.04	62.23

$\overline{X} \pm S \overline{x}$ – среднее ± ошибка среднего, lim – размах лимитов, p – разность лимитов, σ – стандартное отклонение, C_v, % – коэффициент вариации.

Исследованиями установлено, что концентрация кадмия в водах бассейна Сарысу варьирует от 0.02 до 0.28 мкг/дм³, в среднем составляя 0.06 мкг/дм³, коэффициент вариации

– 120.02%. Средняя концентрация цинка составила 1.65±0.14 мкг/дм³, коэффициент вариации – 28.82%, размах варьирования – 1.1-2.47 (табл. 5).

Таблица 5 – Вариационно-статистические показатели распределения тяжелых металлов в водах бассейна реки Сарысу

Параметры	$\overline{X} \pm S \overline{x}$	lim	p	σ	C _v , %
Cu ²⁺ мг/дм ³	0.50±0.05	0.3-0.8	0.5	0.17	34.43
Zn ²⁺ мг/дм ³	1.65±0.14	1.1-2.47	1.37	0.47	28.82
Cd ²⁺ мкг/ дм ³	0.06±0.02	0.02-0.28	0.26	0.07	120.02
Pb ²⁺ мг/дм ³	0.005±0.003	0.002-0.03	0.028	0.009	149.82
Cr ⁶⁺ мг/дм ³	0.005±0.001	0.001-0.01	0.009	0.005	99.01

По концентрации в водах бассейна главные ионы образуют следующий убывающий ряд, мг/дм³: SO₄²⁻ (446.54) > Cl⁻ (253.37) > HCO₃⁻ (243.47)

> NO₃⁻ (33.67) > NO₂⁻ (1.67) > Zn²⁺ (1.65) > Cu²⁺ (0.50) > NH₄⁺ (0.33) > Pb²⁺, Cr⁶⁺ (0.005) > Cd²⁺ (0.00006).

Заключение

Геосистемы бассейна реки Сарысу относятся к полупустынным и пустынным типам ландшафта, которые усиливают возникающие там экологические напряженности. Недостаточное атмосферное увлажнение, высокая испаряемость, широкое распространение скалистых трещиноватых, а местами и закарстованных горных пород не способствуют формированию устойчивого поверхностного стока.

Спектр загрязнения вод бассейна Сарысу продуктами техногенеза отражают разнопрофильность промышленного производства с преобладанием предприятий металлургического цикла. Основными источниками загрязнения вод бассейна являются промышленные предприятия, как горно-обогатительные комбинаты, медеплавильный завод, обогатительные фабрики, литейно-механический завод и др.

Большую роль в процессе самоочищения водоемов играют водообмен и его интенсивность. С водообменом тесно связана такая характеристика, как проточность, которая определяет скорость перемещения горных масс в пределах изучаемых участков. Речной режим исследуемого бассейна характеризуется повышенной скоростью течения, сравнительно небольшими глубинами и, как следствие, при разбавлении речной водой высоких концентраций элементов, поступающих со стоками Жезказганской промзоны, идет процесс самоочищения водоема. Так, в 30-35 км вниз по течению от источника загрязнения, содержание элементов приближается к условно фоновым значениям.

Предприятия на территории бассейна Сарысу, в частности корпорация «Казахмыс», осуществляют комплекс мер по охране окружающей среды. Ежегодно реализуют крупномасштабные мероприятия по реконструкции и модернизации технологии по утилизации выбросов химических компонентов. Но, несмотря на это, все же допускаются нежелательные выбросы, которые оказывают огромный вред окружающей среде, загрязняя ее.

Полученные результаты создают основу для выработки подходов и критериев оценки геоэкологического воздействия антропогенной деятельности на геосистемы бассейна реки Сарысу.

Выводы:

1. Впервые составлена среднемасштабная (1:500000) карта геосистем, где выявлено 48 геосистем.

2. Двухлетние наблюдения за состоянием бассейна Сарысу позволили установить ассоциацию основных загрязняющих веществ: SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- и Pb.

3. В результате проведенных мониторинговых гидрохимических исследований установлено, что наиболее загрязненной подгеосистемой бассейна реки Сарысу является Средне-Сарысуйская, техногенные потоки большинства загрязняющих веществ, поступающие со сточными водами Жезказганской промзоны, вытянуты вдоль берега главного притока Сарысу р. Каракенгир.

4. Наиболее загрязненной под воздействием агрогенных факторов является Нижне-Сарысуйская подгеосистема.

Литература

1. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: проблемы методологии и теории. – М.: Мысль, 1981. – 224 с.
2. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука СО, 1978. – 319 с.
3. Кoryтный Л.М. Бассейновый подход в географии // География и природные ресурсы. – 1991. – № 1. – С. 161-165.
4. Chorley R.L., Kennedy B.A. Physical geography. A system approach. – London: Prentice-Hall International Inc, 1971. – 127 p.
5. Orme A.R. The need for physical geography // Professional geographer. – 1980. – Vol. 32. – № 2. – P. 17-20.
6. Rumney G.R. The geosystem. Dynamic integration of land, sea and air. Dubuque. – Lava: W.M. C. Brown Comrany Rublisysers, 1970. – 156 p.
7. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
8. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М.: Наука, 1972. – 288 с.
9. Темереева Ф.М. Природа Жезказганского края. – Жезказган, 2002. – 105 с.
10. Официальный сайт ГУ «Отдела сельского хозяйства и ветеринарии города Жезказгана». Электронный ресурс: www.agro.jezkazgan.gov.kz/ (20.12.2013 г.).

References

1. Solncev V.N. Sistemnaja organizacija landshaftov: problemy metodologii i teorii. – M.: Mysl', 1981. – 224 p.
2. Sochava V.B. Vvedenie v uchenie o geosistemah. – Novosibirsk: Nauka SO, 1978. – 319 p.
3. Korytnyj L.M. Bassejnovyj podhod v geografii // Geografija i prirodnye resursy. – 1991. – № 1. – P. 161-165.
4. Chorley R.L., Kennedy B.A. Physical geography. A system approach. – London: Prentice-Hall International Inc, 1971. – 127 p.
5. Orme A.R. The need for physical geography // Professional geographer. – 1980. – Vol. 32. – № 2. – P. 17-20.
6. Rumney G.R. The geosystem. Dynamic integration of land, sea and air. Dubugue. – Lava: W.M. C. Brown Comrany Rublisyers, 1970. – 156 p.
7. Plohinskij N.A. Biometrija. – M.: MGU, 1970. – 367 p.
8. Perel'man A.I. Geohimija jelementov v zone gipergeneza. – M.: Nauka, 1972. – 288 p.
9. Temereeva F.M. Priroda Zhezkazganskogo kraja. – Zhezkazgan, 2002. – 105 p.
10. Oficial'nyj sajt GU «Otdela sel'skogo hozjajstva i veterinarii goroda Zhezkazgana». Jelektronnyj resurs: www.agro.jezkazgan.gov.kz/ (20.12.2013 g.).