МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «КАЗГИДРОМЕТ»

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ О ТРАНСГРАНИЧНОМ ПЕРЕНОСЕ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

за 1 полугодие 2022 года

Нур-Султан 2022

	СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
1	Мониторинг качества поверхностных вод трансграничных рек Республики Казахстан	3
2	Оценка качества поверхностных вод трансграничных рек Республики Казахстан	3
3	Результаты радионуклидного и макро-микроэлементного анализа компонентов окружающей среды за 1 полугодие 2022 года	6
4	Приложение	18

1. Мониторинг качества поверхностных вод трансграничных рек Республики Казахстан

Данные мониторинга загрязнения поверхностных вод обработаны по 40 гидрохимическим створам на 33 трансграничных реках (таблица 1.1):

Республика Казахстан – Российская Федерация

Ертис – с. Прииртышское, Есиль – с. Долматово, Тобыл – с. Милютинка и п. Аккарга, Айет – с.Варваринка, Тогызак – ст. Тогузак и п. Михайловка, Желкуар – п. Чайковское, Обаган – с. Аксуат, Уй – с. Уйское, Жайык – с.Январцево, Шаган – п. Чувашинский (п. Каменный), Караозен – с. Жалпактал и с. Кайынды, Сарыозен – с. Бостандыксий и п. Кошанколь, Улькен Кобда – п. Кобда, Елек – с. Целинный и с. Шилик, Орь – с. Богетсай, проток Шаронова – с. Ганюшкино, рукав Кигаш – с.Котяевка.

Республика Казахстан – Китайская Народная Республика

Кара Ертис – с. Боран, Иле - пр. Добын, Текес – с. Текес, Коргас – с. Баскуншы и с. Ыналы, Емель – с. Кызылту, Баянкол – с. Баянколь.

Республика Казахстан – Республика Узбекистан

Сырдария – с. Кокбулак и с. Азаттык, Келес- устья р. Келес,

Республика Казахстан – Республика Кыргызстан

Шу – с.Благовещенское, Талас – с. Жасоркен, Асса – жд. ст. Маймак, Аксу – с. Аксу, Токташ – п. Жаугаш батыр, Карабалта – на границе с Кыргызстаном, Сарыкау – на границе с Кыргызстаном, Каркара – у выхода гор.

2. Оценка качества поверхностных вод трансграничных рек Республики Казахстан

Основным нормативным документом оценки качества воды водных объектов Республики Казахстан являтся «Единая система классификации качества воды в водных объектах» (далее – Единая Классификация).

По Единой классификации* качество воды оценивается следующим образом:

Результаты мониторинга на трансграничных реках с Российской Федерацией:

Класс качества воды	Характеристика воды по видам водопользования	Водные объекты и показатели качества воды за 1 полугодие 2022 года.
1 класс (**наилучшего качества**)	- вода пригодна на все виды водопользования	**1** водный объект *(1 река)*: река Ертис
2 класс	- вода пригодна для разведения рыб, рекреации, орошения, промышленности; - только для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется метод простой водоподготовки**	**1** водный объект *(1 река)*: река Кигаш *(ХПК*).
3 класс	-вода пригодна для рекреации, орошения, промышленности; - вода пригодна для разведения **карповых видов рыб**; для	**1** водный объект *(1 река)*: река Шаронова *(магний*).

	лососевых нежелательно; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы обычной и интенсивной водоподготовки**	
> 3 класса	- вода пригодна для орошения и промышленности	**4** водных объектов *(4 реки):* реки Елек (с. Шилик) (*фенолы)*, Шаган (*фенолы)*, Караозен (с.Кайынды) (*фенолы)*, Караозен (с.Жалпактал) (*фенолы)*, Сарыозен (с.Бостандыкский)(*фенолы)*.
4 класс	- вода пригодна для орошения и промышленности; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы глубокой водоподготовки**	**8** водных объектов *(8 рек):* реки Есиль *(магний)*, Жайык *(взвешенные вещества*), Сарыозен (п. Кошанколь) (*кадмий)*, Елек (с.Целинный) (*магний, аммоний-ион, взвешенные вещества, фенолы*, хром (6+)**), Улькен Кобда (*аммоний-ион, взвешенные вещества, магний, фенолы**), Орь (*аммоний-ион, магний, фенолы**), Уй *(магний*), Тогызак (п.Михайловка) *(магний*).
5 класс **(наихудшего качества)**	Вода пригодна только для некоторых видов промышленности – гидроэнергетика, добыча полезных ископаемых, гидротранспорт	**3** водных объекта *(3 реки*): реки Тобыл (с. Милютинка) *(взвешенные вещества*), Тогызак *(никель*), Желкуар *(никель*).
>5 класса	Вода не пригодна для всех видов водопользования; природные концентрации некоторых химических веществ в воде высокие.	**3** водных объектов (*3 реки*): реки Тобыл (п. Аккарга) (*кальций, магний, хлориды, минерализация),* Айет *(взвешенные вещества*), Обаган (*кальций, магний, сульфаты, хлориды, минерализация)*.

<u>Результаты мониторинга на трансграничных реках с КНР:</u>

Класс качества воды*	**Характеристика воды по видам водопользования**	**Водные объекты и показатели качества воды за 1 полугодие 2022г.**
1 класс (**наилучшего качества**)	вода пригодна на все виды водопользования	**1** водный объект *(1 река):* река Коргас (Баскуншы)
2 класс	- вода пригодна для разведения рыб, рекреации, орошения, промышленности; - только для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется метод простой водоподготовки**	**2** водных объекта *(2 реки):* реки Коргас- Ынталы (*фториды,фосфор общий*), Баянкол *(фосфор общий).*
3 класс	- вода пригодна для рекреации, орошения, промышленности; - вода пригодна для разведения **карповых видов рыб**; для лососевых нежелательно; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы обычной и интенсивной водоподготовки**	**3** водных объекта (*3 реки)*: реки Кара Ертис *(взвешенные вещества*), Иле (*магний*), Текес (*магний*).
4 класс	- вода пригодна для орошения и промышленности; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы глубокой водоподготовки**	**1** водный объект *(1 река):* река Емель *(магний).*

Результаты мониторинга на трансграничных реках с Республикой Узбекистан:

Класс качества воды	**Характеристика воды по видам водопользования**	**Водные объекты и показатели качества воды за 1 полугодие 2022 г.**
4 класс	- вода пригодна для орошения и промышленности; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы глубокой водоподготовки**	**2** *водных объекта (2 реки): реки* Сырдария - *с. Азаттык (сульфаты, фенолы*), с. Кокбулак (сульфаты, фенолы*),* Келес *(устье) (сульфаты, фенолы*).*

Результаты мониторинга на трансграничных реках с Кыргызской Республикой:

Класс качества воды	**Характеристика воды по видам водопользования**	**Водные объекты и показатели качества воды за 1 полугодие 2022 г.**
1 класс (**наилучшего качества)**	вода пригодна на все виды водопользования	**1** водный объект *(1 река):* река Каркара
> 3 класса	- вода пригодна для орошения и промышленности	**1** водный объект *(1 река)*: река Шу *(фенолы).*
4 класс	- вода пригодна для орошения и промышленности; - для хозяйственно питьевого водоснабжения **требуется методы глубокой водоподготовки**	**2** водных объекта *(2 реки):* реки Карабалта *(магний, сульфаты, минерализация, фенолы*),* Сарыкау*(магний, сульфаты, фенолы*).*
>5 класс (**наилучшего качества)**	Вода не пригодна для всех видов водопользования; природные концентрации некоторых химических веществ в воде высокие.	**4** водных объектов *(4 реки):* реки Талас *(взвешенные вещества),* Асса *(взвешенные вещества),* Аксу *(взвешенные вещества),* Токташ *(взвешенные вещества).*

Единая система классификации качества воды в водных объектах (Приказ КВР МСХ №151 от 09.11.2016).

* - вещества для данного класса не нормируется

Информация по качеству трансграничных рек по гидрохимическим показателям указана в Приложении 1.

На трансграничных реках РК зафиксированы следующие высокое загрязнение (ВЗ) и экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) поверхностных вод:

На **4** трансграничных реках Республики Казахстан было отмечено **49** случаев высокого загрязнения (ВЗ): река Елек (Актюбинская) – 4 случаев ВЗ, река Тобыл (Костанайская область) – 20 случаев ВЗ, река Обаган (Костанайская область) –23 случаев ВЗ, река Желкуар (Костанайская) – 2 случая ВЗ (Приложение 2).

3. Результаты радионуклидного и макро-микроэлементного анализа компонентов окружающей среды за 1 полугодие 2022 года

РГП «Институт ядерной физики» Министерства энергетики Республики Казахстан выполнил лабораторно-аналитические работы методами радионуклидного и элементного анализа, отобранных РГП «Казгидромет» Министерства энергетики Республики Казахстан, проб объектов окружающей среды весной 2022 г.

На рисунке 1 приведены точки в бассейнах трансграничных рек Казахстана, на которых проводился отбор проб объектов окружающей среды.

Рисунок 1 – Схема размещения контрольных пунктов на трансграничных реках Казахстана

Проведены работы по предварительной подготовке всех проб объектов окружающей среды для исследования их радионуклидного и элементного состава следующими аналитическими методами:

1. Инструментальная гамма-спектрометрия (ИГС) - для исследования радионуклидного состава образцов почвы, донных отложений, а также растворимых (WD) и нерастворимых (WS) компонентов воды.
2. Радиохимический анализ (РХА) - для исследования радионуклидного состава растворимых (WD) компонентов воды.
3. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – для исследования макро- и микроэлементного состава образцов почвы и донных отложений.
4. Нейтронно-активационный анализ (НАА) – для исследования микроэлементного состава образцов почвы, донных отложений, растворимых (WD) и нерастворимых (WS) компонентов воды.
5. Масс- и атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-

связанной плазмой (МС-, АЭС-ИСП) – для исследования микроэлементного состава растворимых (WD) компонентов воды.

В отчетный период выполнены работы по изучению методом ИГС радионуклидного состава (^{234}Th, ^{226}Ra, ^{214}Pb, ^{214}Bi, ^{210}Pb, ^{228}Ac, ^{224}Ra, ^{212}Pb, ^{212}Bi, ^{208}Tl, ^{235}U, ^{227}Th, ^{40}K, ^{137}Cs) всех образцов почвы и донных отложений. Результаты приведены в Приложениях 1 и 2, соответственно.

Методом РФА определены концентрации, либо пределы содержания, 24 элементов (K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Ba, Pb, Th, U) во всех образцах почвы и донных отложений. Результаты приведены в Приложениях 3 и 4, соответственно.

Выполнены работы по определению методом МС-, АЭС-ИСП концентраций, либо пределов содержания, 33 элементов (Al, Cr, Zn, Cd, Ba, Pb, Sr, K, U, V, Se, As, Sb, Hg, Mo, Be, Co, Cu, B, Ag, Mn, Mg, Ni, P, Zr, Y, La, Ce, Nd, Li, Fe, Ca, Th) во всех образцах WD. Результаты приведены в Приложении 5.

Методом ИГС определен радионуклидный состав растворимых (WD) и нерастворимых (WS) компонентов всех представленных на исследование проб воды. Результаты приведены в Приложениях 6 и 7, соответственно.

Методом радиохимического анализа определены концентрации естественных радионуклидов (ЕРН) ^{226}Ra, ^{234}U и ^{238}U во всех образцах WD. Результаты приведены в Приложении 8.

Выполнен значительный объем работ (пробоподготовка, упаковка образцов, облучение на атомном реакторе ВВР-К, 1-ая серия спектрометрических измерений) по определению методом НАА микроэлементного состава всех образцов почвы, донных отложений, а также растворимых (WD) и нерастворимых (WS) компонентов всех полученных проб воды.

Рассмотрим некоторые особенности радионуклидного и элементного состава объектов окружающей среды, отобранных на всех контрольных пунктах (КП) в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г.

На основе данных, полученных методом ИГС, построены графики, отражающие содержание отдельных радионуклидов в почве и донных отложениях на всех КП (рисунок 2). Приведенные в Приложениях (1-2) данные и представленные на рисунке 2 графики в значительной степени подтверждают выводы, сделанные на основе данных всех предыдущих экспедиций. Значительное содержание ЕРН наблюдается в прибрежной почве рек Юго-Восточного и Южного Казахстана (Или, Текес, Шу, Карабалта, Талас, Сырдарья), Бк/кг: ^{234}Th – (29.4-64.8), ^{226}Ra – (19.5-60.4), ^{214}Pb – (23.5-57.9), ^{228}Ac – (30.6-69.1), ^{224}Ra – (29.5-61.0), ^{212}Pb – (28.5-67.8), ^{40}K – (501-755). В целом (кроме отдельных исключений), уровень концентрации этих радионуклидов в прибрежной почве рек Западного (Чаган, Урал, Илек), Северного (Тобол, Аят, Иртыш близ с. Прииртышское) и Восточного (Черный Иртыш, Эмель) Казахстана заметно ниже, Бк/кг: ^{234}Th – (13.9-23.8), ^{226}Ra – (15.6-30.1), ^{214}Pb – (15.2-25.6), ^{228}Ac – (14.4-32.0), ^{224}Ra – (13.8-30.2), ^{212}Pb – (11.8-28.4), ^{40}K – (387-628).

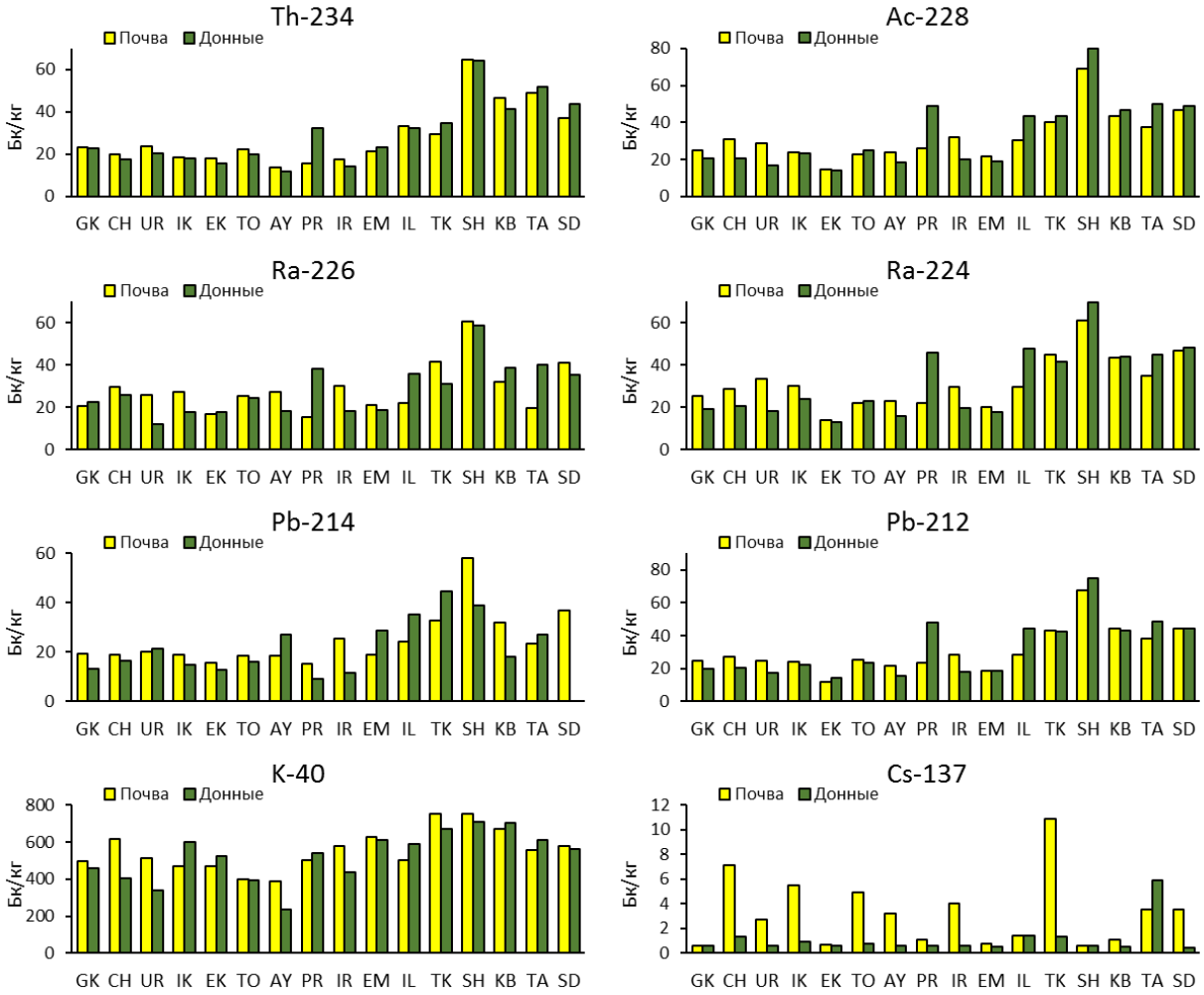

Рисунок 2 – Концентрации отдельных радионуклидов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (31-я экспедиция)

Наиболее высокие (но не опасные) значения концентрации искусственного радионуклида (ИРН) ^{137}Cs наблюдаются в прибрежной почве реки Текес (Алматинская обл., 10.9 Бк/кг). В донных отложениях большинства изученных рек уровень концентрации этого ИРН незначителен, в основном, в пределах 1.0 Бк/кг. Наибольшее его содержание установлено в реке Талас (5.9 Бк/кг).

Для радионуклидного состава донных отложений всех трансграничных рек, в целом, соблюдаются закономерности, соответствующие прибрежным почвам этих рек – наибольшие концентрации ЕРН наблюдаются в реках Юго-Восточного и Южного Казахстана. При этом следует отметить, что максимальные значения большинства ЕРН семейств ^{238}U и ^{232}Th, среди донных отложений всех рек, соответствуют р. Шу, Бк/кг: ^{234}Th–64.3, ^{226}Ra–58.6, ^{228}Ac–80.1, ^{224}Ra–69.8, ^{212}Pb–74.6, т.е. ее русло загрязнено этими ЕРН. Как уже отмечалось ранее, причиной экологического загрязнения русла этой реки, наиболее вероятно, является разрушение дамбы хвостохранилища № 2 Ак-Тюзского рудника, произошедшее в декабре 1964 г.

На основе данных об удельной активности ^{226}Ra, ^{232}Th (^{228}Ac), ^{40}K в пробах береговой почвы, а также седимента, отобранных на всех КП, рассчитаны соответствующие значения мощности поглощенной дозы (МПД). Расчеты выполнены в соответствии с рекомендациями научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР) [UNSCEAR (2000) Vanmarcke Sources and effects of ionizing radiation H. Report to the General Assembly of the United Nations. P.655.]. Результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Значения мощности поглощенной дозы, вычисленные по удельной активности радионуклидов в пробах береговой почвы, 31-я экспедиция

Образец	Ra-226, Бк/кг	D Ra-226 нГр/ч	Ac-228, Бк/кг	D Ac-228 нГр/ч	K-40, Бк/кг	D K-40 нГр/ч	D нГр/ч
GK-S31	20.5	9.5	24.8	15.0	499	20.8	45.3
CH-S31	29.9	13.8	30.9	18.7	615	25.7	58.1
UR-S31	26.1	12.06	28.6	17.3	513	21.4	50.7
IK-S31	27.1	12.52	23.60	14.25	471	19.64	46.4
EK-S31	16.7	7.7	14.4	8.7	472	19.7	36.1
TO-S31	25.6	11.83	23.0	13.9	401	16.7	42.4
AY-S31	27.2	12.57	23.8	14.4	387	16.1	43.1
PR-S31	15.6	7.2	26.1	15.8	503	21.0	44.0
IR-S31	30.1	13.9	32.0	19.3	579	24.1	57.4
EM-S31	21.2	9.79	21.6	13.1	628	26.2	49.0
IL-S31	22.0	10.2	30.6	18.48	501	20.9	49.5
TK-S31	41.5	19.2	40.4	24.4	755	31.5	75.1
SH-S31	60.4	27.9	69.1	41.7	753	31.4	101.0
KB-S31	31.9	14.7	43.3	26.2	670	27.9	68.8
TA-S31	19.5	9.0	37.5	22.7	557	23.2	54.9
SD-S31	40.9	18.9	46.7	28.2	579	24.1	71.3
Среднемировое	**33**	**15**	**45**	**27**	**420**	**18**	**60**

Таблица 2 - Значения мощности поглощенной дозы, вычисленные по удельной активности радионуклидов в пробах донных отложений, 31-я экспедиция

Образец	Ra-226, Бк/кг	D Ra-226 нГр/ч	Ac-228, Бк/кг	D Ac-228 нГр/ч	K-40, Бк/кг	D K-40 нГр/ч	D нГр/ч
GK-B31	22.6	10.44	20.8	12.6	459	19.1	42.1
CH-B31	26.0	12.01	20.7	12.5	406	16.9	41.4
UR-B31	12.2	5.6	16.9	10.2	342	14.3	30.1
IK-B31	18.0	8.32	23.1	13.95	600	25.0	47.3
EK-B31	17.7	8.18	13.9	8.4	526	21.9	38.5
TO-B31	24.4	11.3	25.1	15.2	392	16.4	42.8
AY-B31	18.3	8.5	18.2	11.0	237	9.9	29.3
PR-B31	38.1	17.60	48.9	29.5	543	22.6	69.8
IR-B31	18.2	8.41	20.0	12.08	438	18.3	38.8
EM-B31	18.6	8.6	18.7	11.3	614	25.6	45.5
IL-B31	36.1	16.68	43.2	26.1	590	24.6	67.4
TK-B31	31.1	14.4	43.6	26.3	672	28.0	68.7
SH-B31	58.6	27.1	80.1	48.4	709	29.6	105.0
KB-B31	38.7	17.9	46.7	28.2	702	29.3	75.4

TA-B31	40.3	18.62	49.9	30.1	614	25.6	74.4
SD-B31	35.5	16.4	48.8	29.5	563	23.5	69.4
Среднемировое	**33**	**15**	**45**	**27**	**420**	**18**	**60**

Гигиеническими нормативами РК «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» (Утв. постановлением Правительства Республики Казахстан от 03.02.2012 г. - № 201) предусмотрен следующий норматив (раздел 4, пункт 24): «При выборе участков территорий под строительство жилых домов и зданий социально-бытового назначения отводятся участки с гамма-фоном не превышающим 0.3 мкГр·ч$^{-1}$». Все полученные значения МПД существенно ниже этого норматива 300 нГр·ч$^{-1}$. Отсюда следует, что радиационная ситуация на территориях всех КП является нормальной и не представляет опасности для здоровья людей, проживающих в этой местности.

Вместе с тем, следует обратить внимание на значительное различие показателей МПД на КП PR, полученных по данным ИГС-анализа береговой почвы (44.0 нГр·ч$^{-1}$) и по данным ИГС-анализа донных отложений (69.8 нГр·ч$^{-1}$). Кроме того, значение МПД, обусловленное излучением донных отложений на КП IR (38.8 нГр·ч$^{-1}$) тоже существенно (в 1.8 раза) ниже, чем на КП PR. Эта особенность является убедительным свидетельством того, что русло р. Иртыш на её отрезке от КП IR до КП PR (то есть на территории Казахстана) загрязняется ЕРН (^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K).

На основе данных, полученных методом РФА, выполнены графические построения, отражающие распределение отдельных элементов (Ca, Ba, Zn, Th, Nb, Zr, Rb, Sr, Y, U, Pb, Cr) в почве и донных отложениях, отобранных весной 2022 г. на контрольных пунктах всех трансграничных рек Казахстана (рисунок 3).

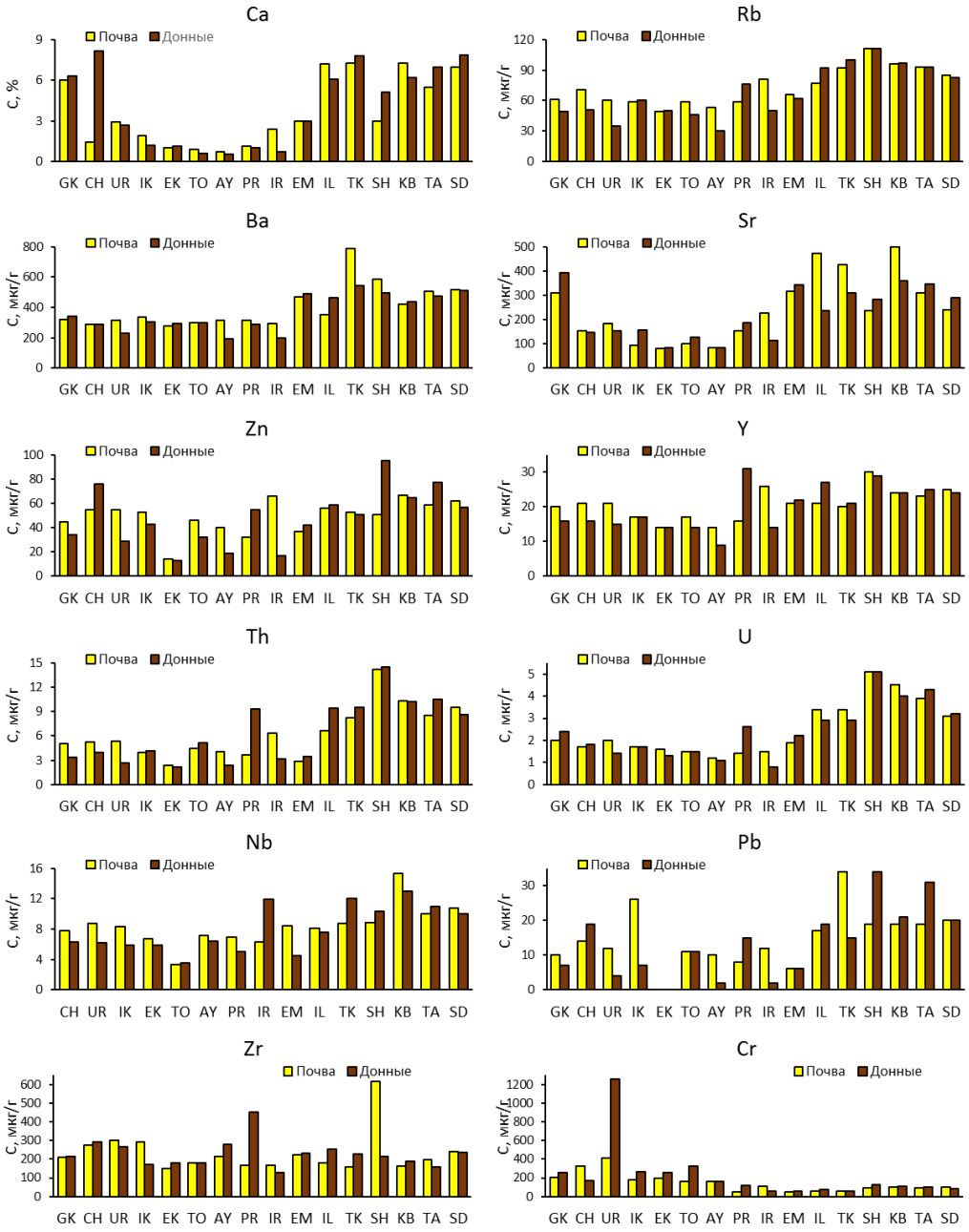

Рисунок 3 – Концентрации отдельных элементов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (данные РФА, 31-я экспедиция)

Из этих графиков и табличных данных, полученных методом РФА (Приложения 3-4), следует (как было установлено раньше), что высокие значения концентрации щелочных и щелочноземельных элементов (Ca, Rb, Sr, Ba) наблюдаются в почве и донных отложениях рек Юго-Восточного и Южного Казахстана. Эта особенность наглядно отражена на примере распределения бария. Видно, что наибольшие значения концентрации этого элемента соответствуют следующим рекам: Эмель, Или, Текес, Шу, Карабалта, Талас и Сырдарья. Кроме того, в донных отложениях этих рек присутствуют в значительных концентрациях такие элементы как Zn, Ga, Y, Pb, Th, U.

Кроме того, следует обратить особое внимание на максимальное содержание Sr (392 мкг/г) в донных отложениях на новом контрольном пункте GK, расположенном в устье р. Урал. В верховьях этой реки (КП – UR) и в её основных притоках р. Чаган (КП – CH) и р. Илек (КП – IK) содержание этого элемента в донных отложениях существенно меньше и находится в интервале (147 – 155) мкг/г. Отсюда следует, что на протяженности р. Урал от границы с Россией до г. Атырау имеется источник (или источники) загрязнения её русла этим токсичным элементом. Полученный результат свидетельствует в пользу необходимости введения этого КП в общую систему мониторинга.

Наибольшее содержание отдельных элементов установлено в донных отложениях следующих рек, мкг/г:

- р. Урал (GK): Sr – 392 мкг/г;
- р. Шаган: Ca – 8.2%, Zn- 76 мкг/г, Zr – 292 мкг/г, Pb – 19 мкг/г;
- р. Урал (UR): Cr – 1260 мкг/г, Ni – 56 мкг/г;
- р. Иртыш (PR): Ti – 0.453 мкг/г, Y – 31 мкг/г, Zr – 453 мкг/г;
- р. Эмель: V – 150 мкг/г, Sr – 342 мкг/г, Cd – 3.9 мкг/г, Ba – 488 мкг/г;
- р. Или (IL): As – 15.6 мкг/г, Rb – 92 мкг/г, Ba – 465 мкг/г, Pb – 19 мкг/г;
- р. Текес: Ca – 7.8 мкг/г, Rb – 100 мкг/г, Ba – 541 мкг/г;
- р. Шу: Fe – 3.52 %, Cu – 35 мкг/г, Zn – 95 мкг/г, Ga – 13,5 мкг/г, Rb – 111 мкг/г, Y – 29 мкг/г, Cd – 3.9 мкг/г, Ba – 494 мкг/г, Pb – 34 мкг/г, U – 5.1 мкг/г;
- р. Карабалта: Fe – 3.71 %, Cu – 36 мкг/г, Zn – 65 мкг/г, Ga – 13,5 мкг/г, Rb – 97 мкг/г, Sr – 358 мкг/г, Mo – 3/2 мкг/г, Ba – 435 мкг/г, Pb – 21 мкг/г, U – 4.0 мкг/г;
- р. Талас: Cu – 35 мкг/г, Zn – 77 мкг/г, Br – 19 мкг/г, Rb – 93 мкг/г, Sr – 345 мкг/г, Ba – 476 мкг/г, Pb – 31 мкг/г, U – 4.3

мкг/г;

- р. Сырдарья: Ca – 7.9 %, Rb – 83 мкг/г, Ba – 512 мкг/г, Pb – 20 мкг/г, U – 3.2 мкг/г;

Из приведенных данных следует, что в минувший весенний сезон наиболее загрязненными химическими элементами являлись русла следующих рек: р. Иртыш (PR) - источником загрязнения, вероятнее всего, являются хранилища отходов промышленных предприятий Восточно-Казахстанской области; трансграничные с КНР реки Эмель, Текес – источники загрязнения не известны (необходимо выяснить); а также реки Шу, Карабалта, Талас, Сырдарья – источниками загрязнения, наиболее вероятно, являются отходы промышленной переработки руды на месторождении Ак-Тюз, хранилище радиоактивных отходов на ГРК «Кара-Балта» (Кыргызстан), а также отходы многих специализированных промышленных предприятий Узбекистана и Таджикистана.

На рисунке 4 в виде графика представлены значения концентрации изотопов урана U-238 и U-234 в водах всех контролируемых трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. Видно, что большие значения концентраций этих радионуклидов соответствуют рекам Южного и Юго-Восточного Казахстана: р. Сырдарья, р. Талас, р. Эмель, р. Шу и, особенно, р. Карабалта. Учитывая значительное количество радиоактивных отходов, наработанных специализированными предприятиями (Карабалта, Ак-Тюз, Востокредмет и др.), находящимися в бассейнах этих рек, необходим постоянный контроль радионуклидного и элементного состава их вод.

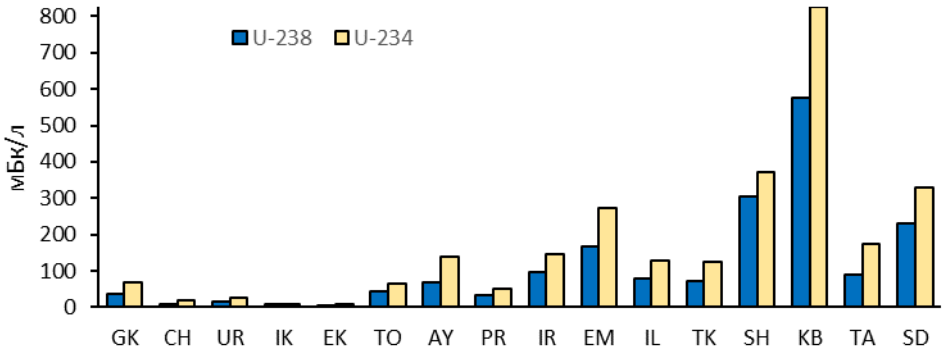

Рисунок 4 – Результаты радиохимического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Результаты микроэлементного анализа методом МС-, АЭС-ИСП проб воды, отобранных на всех 16-ти КП (Приложение 5), показали, что воды многих рек содержат в себе изученные элементы на уровне, соответствующем их естественной распространенности. Вместе с тем, можно отметить, что значительное содержание U (до 49.1 мкг/л), Mo (до 32.9 мкг/л),

Sr (до 3030 мкг/л) и Ba (до 97.1 мкг/л) наблюдается в водах рек Южного Казахстана: р. Карабалта, р. Талас (рисунок 5).

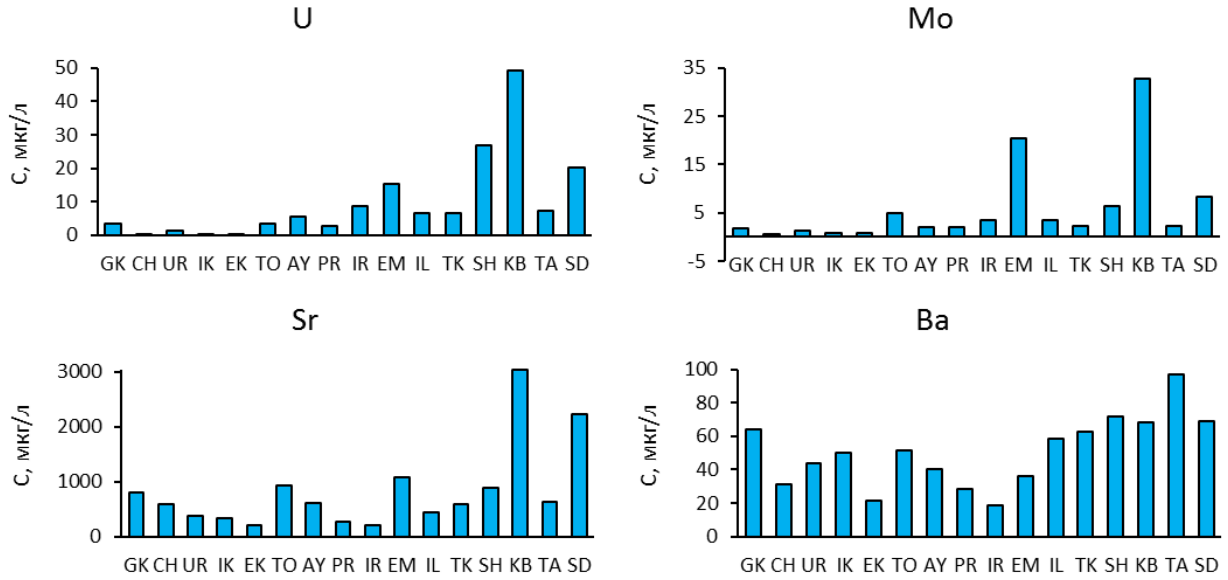

Рисунок 5 – Содержание U, Mo, Sr и Ba в водах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Воды следующих рек содержат в себе максимальные значения концентрации элементов – примесей, отдельные из которых сопоставимы со значениями $ПДК_{РК}$ [Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 апреля 2015 года № 10774] и (или) $ПДК_{ВОЗ}$ [Guidelines for Drinking Water Quality: incorporating first addendum, Third Edition, World Health Organization. Recommendations – Switzerland, 2017, 631 p.], мкг/л:

- р. Урал (GK) — Pb ($ПДК_{ВОЗ}$ = 10) – 1.2, Ba ($ПДК_{РК}$ = 100) – 63.9;
- р. Шаган (CH): — Cr ($ПДК_{РК}$, Cr^{6+} = 50, $ПДК_{ВОЗ}$ = 50) – 2.40, Li ($ПДК_{РК}$ = 30) – 21.1, Zn ($ПДК_{РК}$, Zn^{2+} = 5000, $ПДК_{ВОЗ}$ = 10) – 35.6;
- р. Урал (UR) — Cr – 3.3;
- р. Илек (IK): — As ($ПДК_{РК}$ = 50, $ПДК_{ВОЗ}$ = 10) – 2.3, Cu ($ПДК_{РК}$ = 1000, $ПДК_{ВОЗ}$ = 2000) – 6.3, Ba – 50.3, Cr – 2.7;
- р. Илек (EK): — Ce (ПДК нет) – 0.88, La (ПДК нет) – 0.53, Nd (ПДК нет) – 0.27, Ni ($ПДК_{РК}$ = 100, $ПДК_{ВОЗ}$ = 70) – 9.1, Al ($ПДК_{РК}$, Al^{3+} = 500 мкг/л) – 135, Cr – 9.6,

Fe (ПДК нет) – 206,
Zn – 20.6;

- р. Тобол (TO): As – 2.7,
  Co (ПДК$_{РК}$ = 100 мкг/л) – 1.05,
  Ni – 8.3,
  B (ПДК$_{РК}$ = 500, ПДК$_{ВОЗ}$ = 2400) – 267,
  Ba – 51.1,
  Li – 61.1,
  Mn (ПДК$_{РК}$ = 100, ПДК$_{ВОЗ}$ = 400) – 244,
  Sr (ПДК$_{РК}$ = 7000) – 923,
  Ca – 102 мг/л,
  K – 8.73 мг/л,
  Mg – 45.9 мг/л;
- р. Аят (AY) Mg – 30.6 мг/л;
- р. Иртыш (IR): Ce – 0.32,
  Al – 120,
  Fe – 180;
- р. Эмель (EM): As – 3.0,
  Mo (ПДК$_{ВОЗ}$ = 70) – 20.4,
  U (ПДК$_{ВОЗ}$ = 30) – 15.2,
  B – 260,
  Li – 17.2,
  Sr (ПДК$_{РК}$ = 7000) – 1070,
  Mg – 37.1 мг/л;
- р. Или (IL): Ba (ПДК$_{РК}$ = 100) – 58.5,
  Zn – 35.4;
- р. Текес (TK): Ba – 62.9;
- р. Шу (SH): As –2.7,
  U– 26.8,
  Ba – 71.9;
- р. Карабалта (KB): As – 5.5,
  Mo – 32.9,
  Ni – 6.7,
  U – 49.1,
  V (ПДК$_{РК}$ = 100 мкг/л) – 4.2,
  B – 210,
  Ba – 68.6,
  Li – 35.2,
  Sr – 3030,
  Ca – 116мг/л,
  K – 8.94 мг/л,
  Mg – 76.8 мг/л;
- р. Талас (TA): Ba (ПДК$_{РК}$ = 100, ПДК$_{ВОЗ}$ = 700) – 97.1;
- р. Сырдарья (SD): As –2.6,
  Cd – 0.22,
  Pb – 1.8,
  U – 20.3,
  Ba – 68.8,
  Cr – 2.4,
  Li – 22.8,
  Sr – 2220,

Ca – 123,
Mg – 48.7 мг/л

В соответствии с Санитарными правилами РК, вещества 1-го и 2-го классов опасности обладают свойством суммации, то есть при наличии нескольких веществ опасного класса вычисляется суммарный показатель загрязнения – лимитирующий показатель вредности

$$K_{ЛПВ} = \sum_{i=1}^{n} C_i / ПДК_i ,$$

для которого сумма отношений обнаруженных концентраций элементов в воде к соответствующему значению ПДК не должна быть более 1.0. Следуя этому требованию, нами рассчитаны значения $К_{ЛПВ}$ для вод всех изученных источников. При этом во внимание принимался ограниченный список элементов 2-го класса опасности: Al, Ba, Pb, Sr, As, Mo, Sb, Li, B. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Значения $K_{ЛПВ}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам Республики Казахстан (данные МС-ИСП), 31 экспедиция

Код пробы	Al С/ПДК	As С/ПДК	B С/ПДК	Ba С/ПДК	Li С/ПДК	Mo С/ПДК	Pb С/ПДК	Sb С/ПДК	Sr С/ПДК	$К_{ЛПВ}$ (РК)
GK-WD31	0.02	0.03	0.22	0.64	0.44	0.007	0.04		0.11	1.5
CH-WD31	0.04	0.04	0.25	0.31	0.7	0.003	0.011		0.08	1.4
UR-WD31	0.01	0.04	0.14	0.44	0.21	0.005	0.006		0.05	0.9
IK-WD31	0.04	0.05	0.23	0.5	0.33	0.003	0.01		0.05	1.2
EK-WD31	0.27	0.03	0.1	0.21	0.14	0.004	0.018		0.03	0.8
TO-WD31		0.05	0.53	0.51	2.04	0.02	0.004		0.13	3.3
AY-WD31		0.02	0.25	0.4	0.4	0.008	0.011		0.09	1.2
PR-WD31		0.03	0.09	0.28	0.15	0.008			0.04	0.6
IR-WD31	0.24		0.07	0.19	0.14	0.014	0.006		0.03	0.7
EM-WD31	0.09	0.06	0.52	0.36	0.57	0.082	0.002		0.15	1.8
IL-WD31		0.04	0.13	0.59	0.19	0.014	0.019		0.06	1.0
TK-WD31		0.02	0.06	0.63	0.26	0.009	0.008		0.08	1.1
SH-WD31	0.02	0.05	0.24	0.72	0.34	0.025	0.007		0.13	1.5
KB-WD31	0.13	0.11	0.42	0.69	1.17	0.131	0.012	0.01	0.43	3.1
TA-WD31	0.02		0.12	0.97	0.22	0.009			0.09	1.4
SD-WD31	0.03	0.05	0.36	0.69	0.76	0.034	0.06	0.01	0.32	2.3
ПДК, мкг/л	500	50	500	100	30	250	30	50	7000	

Для сравнения такие же расчеты выполнены по значениям ПДК, рекомендуемых ВОЗ для следующих элементов 1-го и 2-го класса опасности: Ba, Pb, U, Sb, As, Mo, B. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Значения $K_{ЛПВ}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам ВОЗ (данные МС-, АЭС-ИСП), 31 экспедиция

Код пробы	As С/ПДК	B С/ПДК	Ba С/ПДК	Mo С/ПДК	PbС/ПДК	Sb С/ПДК	U С/ПДК	$К_{ЛПВ}$ (ВОЗ)
GK-WD31	0.16	0.05	0.09	0.02	0.12		0.12	0.6
CH-WD31	0.21	0.05	0.04	0.01	0.03		0.01	0.4
UR-WD31	0.18	0.03	0.06	0.02	0.02		0.05	0.4

IK-WD31	0.23	0.05	0.07	0.01	0.03		0.01	0.4
EK-WD31	0.14	0.02	0.03	0.01	0.05		0.02	0.3
TO-WD31	0.27	0.11	0.07	0.07	0.01		0.11	0.6
AY-WD31	0.11	0.05	0.06	0.03	0.03		0.19	0.5
PR-WD31	0.14	0.02	0.04	0.03			0.09	0.3
IR-WD31		0.02	0.03	0.05	0.02		0.29	0.4
EM-WD31	0.3	0.11	0.05	0.29	0.01		0.51	1.3
IL-WD31	0.19	0.03	0.08	0.05	0.06		0.22	0.6
TK-WD31	0.11	0.01	0.09	0.03	0.02		0.22	0.5
SH-WD31	0.27	0.05	0.1	0.09	0.02		0.89	1.4
KB-WD31	0.55	0.09	0.1	0.47	0.04	0.03	1.64	2.9
TA-WD31		0.03	0.14	0.03			0.25	0.5
SD-WD31	0.3	0.08	0.1	0.12	0.18	0.03	0.68	1.5
ПДК, мкг/л	10	2400	700	70	10	20	30	

Результаты, представленные в Таблицах 3 и 4, свидетельствуют о том, что по показателю $K_{ЛПВ}$ воды трансграничных рек РК находятся в критическом состоянии. По нормативам РК показатель $K_{ЛПВ}$ для вод этих рек на 12-ти контрольных пунктах (КП) из 16-ти превышает санитарное значение 1.0. По нормам ВОЗ превышение показателя $K_{ЛПВ}$ наблюдается только на 4-х КП трансграничных рек Казахстана. Столь существенная разница в показателях $K_{ЛПВ}$ ВОЗ и РК объясняется введением ВОЗ новых временных нормативов ПДК для U (30 мкг/л, вместо 15 мкг/л) и B (2400 мкг/л, вместо 500 мкг/л).

В целом, полученные в отчетный период результаты свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга трансграничных рек Казахстана и организации работ по детальному обследованию радиационной и экологической ситуации на участках этих рек, характеризующихся повышенным содержанием ЕРН и токсичных элементов, для выявления источников и механизмов их загрязнения.

Приложение 1

Информация о качестве поверхностных вод трансграничных рек РК за 1 полугодие 2022 г.

Качество воды трансграничных рек РК-РФ оценивается следующим образом:

Водный объект и створ	**Характеристика физико-химических параметров**	
река Ертис створ с. Прииртышское, в створе гидропоста	1 класс	
река Есиль створ 0,4 км ниже с. Долматово	4 класс	магний – 33,07 мг/дм^3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
река Тобыл створ п. Аккарга, 1 км к ЮВ от села в створе г/п	не нормируется (>5 класса)	кальций – 277,88 мг/дм3, магний – 301,36 мг/дм3, минерализация – 5700,66 мг/дм3 хлориды – 2471,35 мг/дм3. Концентрации кальция, магния, минерализации, хлоридов превышают фоновый класс.
река Тобыл створ Милютинка, в черте села, в створе г/п	5 класс	взвешенные вещества – 31,55 мг/дм3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Айет створ с. Варваринка, 0,2 км выше села в створе г/п	не нормируется (>5 класса)	взвешенные вещества- 41,23 мг/дм3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Обаган створ п. Аксуат, 4 км к В от села в створе г/п	не нормируется (>5 класса)	кальций –219,83 мг/дм3, магний –170,53 мг/дм3, минерализация – 5554,38 мг/дм3, сульфаты – 1670,1 мг/дм3, хлориды – 1708,73 мг/дм3. Концентрации кальция, магния, минерализации, сульфатов, хлоридов превышает фоновый класс.
река Тогызак створ ст. Тогузак, 1,5 км СЗ ст. Тогузак, в створе г/п	5 класс	никель – 0,134 мг/дм3. Концентрация никель превышает фоновый класс.
река Тогызак створ п. Михайловка, 1,1 км. СВ от села в створе г/п	4 класс	магний- 48,68 мг/дм3.
река Уй створ с. Уйское, 0,5 км к В от с. Уйское, в створе г/п	4 класс	магний – 46,1 мг/дм3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
река Желкуар створ п. Чайковское, 0,5 км к ЮВ от села в створе г/п	5 класс	никель – 0,133 мг/дм3. Концентрация никель превышает фоновый класс.
река Жайык створ п.Январцево	4 класс	взвешенные вещества – 20,83 мг/дм3. Концентрация взвешенных вещества превышает фоновый класс.
река Шаган створ село Чувашинское	не нормируется (>3 класса)	фенолы – 0,00117 мг/дм3. Концентрация фенолов превышает фоновый класс.
река Караозен створ село Жалпактал	не нормируется (>3 класса)	фенолы – 0,00115 мг/дм3. Концентрация фенолов превышает фоновый класс..
река Караозен створ п. Кайынды	не нормируется (>3 класса)	фенолы – 0,0018 мг/дм3.
река Сарыозен створ село Бостандык	не нормируется (>3 класса)	фенолы – 0,00118 мг/дм3. Концентрация фенолов превышает фоновый класс..
река Сарыозен створ п.	4 класс	кадмий – 0,0023 мг/дм3.

Кошанколь		
река Елек створ п. Целинный 1,0 км на юго-восток от поселка, на левом берегу р. Елек	4 класс	магний – 36,3 мг/дм3, аммоний-ион– 1,43 мг/дм3, взвешенные вещества – 16,34 мг/дм3, фенолы* – 0,0017 мг/дм3, хром (6+) – 0,062 мг/дм3. Концентрации магния, взвешенных веществ, аммоний-иона, фенолов, хрома (6+) превышают фоновый класс.
река Елек створ село Чилик	не нормируется (>3 класса)	фенолы - 0,00112 мг/дм3. Концентрация фенолов не превышает фоновый класс.
река Улькен Кобда п. Кобда, 1 км к юго-востоку от окраины с. Новоалексеевка, в 400 м ниже железобетонного автодорожного моста	4 класс	взвешенные вещества – 13,94 мг/дм3, аммоний-ион– 1,61 мг/дм3, магний – 41,7 мг/дм3, фенолы* - 0,0017 мг/дм3. Концентрации взвешенных веществ, магния, аммоний-иона и фенолов превышают фоновый класс.
река Орь створ с. Бугетсай, 0,3 км ниже села, 0,2 км ниже впадения р. Богетсай	4 класс	аммоний-ион– 1,38 мг/дм3, магний – 41,4 мг/дм3, фенолы* - 0,0016 мг/дм3. Концентрации аммоний-иона и магния превышают фоновый класс.. Концентрация фенолов не превышает фоновый класс..
проток Шаронова: створ с.Ганюшкино, в створе водпоста	3 класс	магний – 28,4 мг/дм^3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
рукав Кигаш створ. Котяевка, в створе водпоста	2 класс	ХПК – 16,4 мг/дм^3. Концентрация ХПК не превышает фоновый класс.

Качество воды трансграничных рек РК-РУз оценивается следующим образом

Водный объект и створ	**Характеристика физико-химических параметров**	
река Сырдария створ с.Кокбулак (10,5 км к северу, севера западу (далее ССЗ) от поста)	4 класс	сульфаты – 352,217 мг/дм^3. Концентрация сульфатов не превышает фоновый класс.
река Сырдария створ с.Азаттык (мост через реку Сырдария- 5 км от села)	3 класс	сульфаты – 344,217 мг/дм^3, минерализация – 1056,267 мг/дм^3.
река Келес створ устье (1,2 км выше устья р. Келес)	4 класс	сульфаты – 366,6 мг/дм^3. Концентрации сульфатов не превышает фоновый класс.

Качество воды трансграничных рек РК-КР оценивается следующим образом

Водный объект и створ	**Характеристика физико-химических параметров**	
река Шу створ с. Кайнар (с.Благовещенское)	не нормируется (>3 класса)	фенолы – 0,00117 мг/дм^3. Концентрация фенолов не превышает фоновый класс.
река Талас створ 0,7 км выше с. Жасоркен	не нормируется (>5 класса)	взвешенные вещества – 62,17 мг/дм^3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Асса створ ж/д ст. Маймак	не нормируется (>5 класса)	взвешенные вещества – 70,67 мг/дм^3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Аксу створ 0,5 км	не нормируется	взвешенные вещества – 187,2 мг/дм^3.

выше а. Аксу, 10 км от устья р. Аксу	(>5 класса)	Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Токташ створ на границе с Кыргызстаном, с. Жаугаш Батыр, 78 км от устья реки окраины с. Жаугаш Батыра	не нормируется (>5 класса)	взвешенные вещества – 125 мг/дм^3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Карабалта створ на границе с Кыргызстаном, с. Баласагун, 29 км от устья реки	4 класс	Магний – 56,37 мг/дм^3, сульфаты – 588,67 мг/дм^3, минерализация – 1352,16 мг/дм^3, фенолы* – 0,0017 мг/дм^3. Концентрации магния и фенолов не превышают фоновый класс, концентрация минерализации и сульфатов превышает фоновый класс.
река Сарыкау створ на границе с Кыргызстаном, 35км до впадения в р. Шу, 63 км от с. Мерке	4 класс	Магний – 62,57 мг/дм^3, сульфаты – 500,33 мг/дм^3, фенолы* – 0,0013 мг/дм^3. Концентрации магния и фенолов не превышают фоновый класс, концентрация сульфатов превышает фоновый класс.
река Каркара створ у выхода из гор,	1 класс	

Качество воды трансграничных рек РК-КНР оценивается следующим образом

Водный объект и створ	**Характеристика физико-химических параметров**	
река Кара Ертис створ с.Боран (в черте с.Боран) 0,3 км выше речной Пристани	3 класс	взвешенные вещества – 25,2 мг/дм^3. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.
река Емель створ р. Емель – п. Кызылту, в створе водпоста	4 класс	магний – 41,2 мг/дм^3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
река Иле створ пр. Добын, (в створе водного поста)	3 класс	магний -22 мг/дм^3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
река Текес створ с.Текес (в створе вод. поста)	3 класс	магний -22,9 мг/дм^3. Концентрация магния превышает фоновый класс.
река Коргас створ 1 (с. Баскуншы (в створе водного поста)	1 класс	
река Коргас створ (застава Ынталы)	2 класс	фосфор общий-0,171 мг/дм^3, фториды-0,80 мг/дм^3. Концентрация фосфора общего, фторидов превышает фоновый класс
река Баянкол в створе водного поста	2 класс	фосфор общий-0,123 мг/дм^3. Концентрация фосфора общего превышает фоновый класс.

Приложение 2

Сведения о случаях экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) поверхностных вод за 1 полугодие 2022 года

Наименование водного объекта, область, пункт наблюдения, створ	Кол-во случаев ВЗ и ЭВЗ	Год, число, месяц отбора проб	Год, число, месяц проведения анализа	Загрязняющие вещества		
				Наименование	Единица измерения	Концентрия, мг/дм3
река Елек, Актюбинская область, п. Целинный 1,0 км на юго-восток, на левом берегу р. Елек	1 ВЗ	11.01.2022 г.	12.01.2022 г.	Хром (6+)	мг/дм^3	0,069
	1 ВЗ	02.02.2022 г.	03.02.2022 г.	Хром (6+)	мг/дм^3	0,075
	1 ВЗ	03.03.2022 г.	04.03.2022 г.	Хром (6+)	мг/дм^3	0,088
	1 ВЗ	01.06.2022 г.	02.06.2022 г.	Хром (6+)	мг/дм^3	0,081
река Обаган, Костанайская область, п. Аксуат, 4 км к В от села в створе гидропоста	1 ВЗ	21.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Хлориды	мг/дм^3	1599,0
	1 ВЗ	21.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Сульфаты	мг/дм^3	1690,5
	1 ВЗ	21.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Магний	мг/дм^3	124,0
	1 ВЗ	21.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Кальций	мг/дм^3	261,0
	1 ВЗ	21.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Минерализация	мг/дм^3	4333,9
	1 ВЗ	15.02.2022 г.	18.02.2022 г.	Хлориды	мг/дм^3	2084,5
	1 ВЗ	15.02.2022 г.	18.02.2022 г.	Сульфаты	мг/дм^3	2320,8
	1 ВЗ	15.02.2022 г.	18.02.2022 г.	Магний	мг/дм^3	285,8
	1 ВЗ	15.02.2022 г.	18.02.2022 г.	Кальций	мг/дм^3	250,5
	1 ВЗ	15.02.2022 г.	18.02.2022 г.	Минерализация	мг/дм^3	7522,6
	1 ВЗ	15.03.2022г.	15.03.2022 г.	Хлориды	мг/дм^3	2188,7
	1 ВЗ	15.03.2022г.	15.03.2022 г.	Сульфаты	мг/дм^3	2113,3
	1 ВЗ	15.03.2022г.	15.03.2022 г.	Магний	мг/дм^3	291,8
	1 ВЗ	15.03.2022г.	15.03.2022 г.	Кальций	мг/дм^3	270,5
	1 ВЗ	15.03.2022г.	15.03.2022 г.	Минерализация	мг/дм^3	7314,0
	1 ВЗ	26.05.2022	27.05.2022	Хлориды	мг/дм^3	2382,2
	1 ВЗ	26.05.2022	27.05.2022	Минерализация	мг/дм^3	7238,0
	1 ВЗ	26.05.2022	27.05.2022	Сульфаты	мг/дм^3	1825,1
	1 ВЗ	13.06.2022	15.06.2022	Хлориды	мг/дм^3	1756,9
	1 ВЗ	13.06.2022	15.06.2022	Сульфаты	мг/дм^3	1825,1
	1 ВЗ	13.06.2022	15.06.2022	Магний	мг/дм^3	170,2
	1 ВЗ	13.06.2022	15.06.2022	Кальций	мг/дм^3	360,7
	1 ВЗ	13.06.2022	15.06.2022	Минерализация	мг/дм^3	6054,0
река Желкуар, Костанайская область, п. Чайковское, 0,5 км к ЮВ от села в створе гидропоста	1 ВЗ	05.04.2022	08.04.2022	Никель	мг/дм^3	0,401
	1 ВЗ	14.06.2022.	17.06.2022.	Хлориды	мг/дм^3	408,0

река Тобыл, Костанайская область, п. Акккарга, 1 км к ЮВ от села в створе гидропоста	1 ВЗ	28.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Хлориды	мг/дм^3	4957,3
	1 ВЗ	28.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Магний	мг/дм^3	516,8
	1 ВЗ	28.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Кальций	мг/дм^3	551,1
	1 ВЗ	28.01.2022 г.	31.01.2022 г.	Минерализация	мг/дм^3	9596,3
	1 ВЗ	10.02.2022 г.	14.02.2022 г.	Хлориды	мг/дм^3	2779,3
	1 ВЗ	10.02.2022 г.	14.02.2022 г.	Магний	мг/дм^3	291,8
	1 ВЗ	10.02.2022 г.	14.02.2022 г.	Кальций	мг/дм^3	320,6
	1 ВЗ	10.02.2022 г.	14.02.2022 г.	Минерализация	мг/дм^3	5868,7
	1 ВЗ	16.03.2022г.	17.03.2022г.	Хлориды	мг/дм^3	2680,0
	1 ВЗ	16.03.2022г.	17.03.2022г.	Магний	мг/дм^3	522,9
	1 ВЗ	16.03.2022г.	17.03.2022г.	Кальций	мг/дм^3	320,6
	1 ВЗ	16.03.2022г.	17.03.2022г.	Минерализация	мг/дм^3	8369,7
	1 ВЗ	16.03.2022г.	17.03.2022г.	Сульфаты	мг/дм^3	2673,3
	1 ВЗ	06.04.2022	08.04.2022	Никель	мг/дм^3	0,505
	1 ВЗ	05.05.2022	12.05.2022	Хлориды	мг/дм^3	1652,8
	1 ВЗ	05.05.2022	12.05.2022	Минерализация	мг/дм^3	3864,4
	1 ВЗ	15.06.2022	17.06.2022	Хлориды	мг/дм^3	2471,6
	1 ВЗ	15.06.2022	17.06.2022	Магний	мг/дм^3	340,5
	1 ВЗ	15.06.2022	17.06.2022	Кальций	мг/дм^3	340,7
	1 ВЗ	15.06.2022	17.06.2022	Минерализация	мг/дм^3	5246,6
Всего: 49 случая ВЗ на 4 в/о						

Приложение 3

Характеристика классов водопользования

Класс качества	Характеристика категорий водопользования
1	Воды этого класса водопользования пригодны для всех видов (категорий) водопользования и соответствуют "очень хорошему" классу
2	Воды этого класса водопользования пригодны для всех категорий водопользования за исключением хозяйственно-питьевого назначения. Для использования в целях хозяйственно-питьевого назначения требуются методы простой водоподготовки
3	Воды этого класса водопользования нежелательно использовать для разведения лососевых рыб, а для использования их в целях хозяйственно-питьевого назначения требуются более эффективные методы очистки. Для всех других категорий водопользования (рекреация, орошение, промышленность) виды этого класса пригодны без ограничения
4	Воды этого класса водопользования пригодны только для орошения и промышленного водопользования, включая гидроэнергетику, добычу полезных ископаемых, гидротранспорт. Для использования вод этого класса водопользования для хозяйственно-питьевого водопользования требуется интенсивная (глубокая) подготовка вод на водозаборах. Воды этого класса водопользования не рекомендованы на цели рекреации
5	Воды этого класса водопользования пригодны для использования в целях гидроэнергетики, добычи полезных ископаемых, гидротранспорта. Для других целей воды этого класса водопользования не рекомендованы

Приложение 4

Дифференциация классов водопользования по категориям (видам) водопользования

Категория (вид) водопользования	**Назначение/тип очистки**	**Классы водопользования**				
		1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс
Рыбохозяйственное водопользование	Лососевые	+	+	-	-	-
	Карповые	+	+	-	-	-
Хозяйственно-питьевое водопользование	Простая водоподготовка	+	+	-	-	-
	Обычная водоподготовка	+	+	+	-	-
	Интенсивная водоподготовка	+	+	+	+	-
Рекреационное водопользование (культурно-бытовое)		+	+	+	-	-
Орошение	Без подготовки	+	+	+	+	-
	Отстаивание в картах	+	+	+	+	+
Промышленность:						
технологические цели, процессы охлаждения		+	+	+	+	-
гидроэнергетика		+	+	+	+	+
добыча полезных ископаемых		+	+	+	+	+
транспорт		+	+	+	+	+

Единая система классификации качества воды в водных объектах (Приказ КВР МСХ №151 от 09.11.2016)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб почвы, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Образец	Th-234, Бк/кг	Ra-226, Бк/кг	Pb-214, Бк/кг	Bi-214, Бк/кг	Pb-210, Бк/кг	Ac-228, Бк/кг	Ra-224, Бк/кг	Pb-212, Бк/кг	Bi-212, Бк/кг	Tl-208, Бк/кг	U-235, Бк/кг	Th-227, Бк/кг	K-40, Бк/кг	Cs-137, Бк/кг
GK-S31	23.3 ± 2.8	20.5 ± 3.8	19.2 ± 1.9	17.1 ± 2.2	32.0 ± 4.8	24.8 ± 2.5	25.2 ± 4.5	24.5 ± 2.5	27.5 ± 4.6	23.6 ± 2.4	1.06 ± 0.16	< 1.2	499 ± 44	< 0.6
CH-S31	19.8 ± 2.4	29.9 ± 5.6	19.0 ± 1.9	16.8 ± 2.2	37.9 ± 5.7	30.9 ± 3.1	28.9 ± 5.2	27.2 ± 2.7	25.2 ± 4.2	26.8 ± 2.7	0.91 ± 0.17	< 1.3	615 ± 55	7.1 ± 0.4
UR-S31	23.8±2.85	26.1±4.9	20.2±2.025	17.6±1.9	69.4±10.5	28.6±2.85	29±5.2	25±2.5	24.8±4.1	26.8±2.7	1.1±0.19	3.25±0.85	513±46	2.7±0.3
IK-S31	18.7 ± 2.2	27.1 ± 5.1	18.8 ± 1.9	16.0 ± 1.6	125 ± 19	23.6 ± 2.4	30.2 ± 5.4	24.3 ± 2.4	21.2 ± 3.5	25.1 ± 2.5	0.88 ± 0.19	1.7 ± 0.9	471 ± 42	5.5 ± 0.4
EK-S31	18.2 ± 2.2	16.7 ± 3.1	15.7 ± 1.6	14.1 ± 1.8	30.4 ± 4.6	14.4 ± 1.4	13.8 ± 2.5	11.8 ± 1.2	20.6 ± 3.4	14.1 ± 1.4	0.85 ± 0.15	< 1.1	472 ± 42	0.7 ± 0.2
TO-S31	22.3 ± 2.7	25.6 ± 4.8	18.4 ± 1.8	14.3 ± 1.4	51.2 ± 7.7	23 ± 2.3	22.1 ± 4.0	25.1 ± 2.5	24.2 ± 4.0	23.8 ± 2.4	1.01 ± 0.19	2.3 ± 0.9	401 ± 36	4.9 ± 0.4
AY-S31	13.9 ± 1.7	27.2 ± 5.1	18.4 ± 1.8	15.7 ± 2	35.9 ± 5.4	23.8 ± 2.4	23.0 ± 4.1	21.6 ± 2.2	29.6 ± 4.9	23.4 ± 2.3	0.63 ± 0.16	< 1.2	387 ± 34	3.2 ± 0.3
PR-S31	15.8 ± 1.9	15.6 ± 2.9	15.2 ± 1.5	13.4 ± 1.3	38.4 ± 5.8	26.1 ± 2.6	22.0 ± 4.0	23.4 ± 2.3	28.4 ± 4.7	22.7 ± 2.3	0.75 ± 0.17	< 1.4	503 ± 45	1.1 ± 0.3
IR-S31	17.4 ± 2.1	30.1 ± 5.6	25.6 ± 2.6	25.0 ± 3.3	45.2 ± 6.8	32 ± 3.2	29.6 ± 5.3	28.4 ± 2.8	31.1 ± 5.2	32.1 ± 3.2	0.82 ± 0.17	< 1.2	579 ± 52	4.0 ± 0.3
EM-S31	21.4 ± 2.6	21.2 ± 4	18.8 ± 1.9	16.5 ± 2.1	29.9 ± 4.5	21.6 ± 2.2	20.1 ± 3.6	18.5 ± 1.9	16.0 ± 2.7	19.5 ± 2.0	0.98 ± 0.15	< 1.0	628 ± 56	0.8 ± 0.2
IL-S31	33.4 ± 4.0	22 ± 4.1	24.2 ± 2.4	21.9 ± 2.2	45.0 ± 6.8	30.6 ± 3.1	29.5 ± 5.3	28.5 ± 2.9	32.0 ± 5.3	29.0 ± 2.9	1.56 ± 0.19	< 1.3	501 ± 45	1.4 ± 0.3
TK-S31	29.4 ± 3.5	41.5 ± 7.7	32.6 ± 3.3	31.1 ± 3.1	78 ± 12	40.4 ± 4	44.7 ± 8.0	43.1 ± 4.3	41.9 ± 7.0	39.8 ± 4.0	1.34 ± 0.22	< 1.6	755 ± 67	10.9 ± 0.5
SH-S31	64.8 ± 7.8	60.4 ± 11.3	57.9 ± 5.8	53.0 ± 6.9	84 ± 12	69.1 ± 6.9	61 ± 11	67.8 ± 6.8	65 ± 11	67.1 ± 6.7	3.01 ± 0.24	2.3 ± 0.9	753 ± 67	< 0.6
KB-S31	46.4 ± 5.6	31.9 ± 5.9	32.0 ± 3.2	32.9 ± 4.3	48.2 ± 7.2	43.3 ± 4.3	43.3 ± 7.8	44.3 ± 4.4	47.5 ± 7.9	43.2 ± 4.3	2.15 ± 0.20	1.6 ± 0.8	670 ± 60	1.1 ± 0.2
TA-S31	49.1 ± 5.9	19.5 ± 3.6	23.5 ± 2.4	21.4 ± 2.1	63.2 ± 9.5	37.5 ± 3.8	34.7 ± 6.2	38.1 ± 3.8	33.7 ± 5.6	37.4 ± 3.7	2.27 ± 0.21	2.0 ± 0.9	557 ± 50	3.5 ± 0.3
SD-S31	36.9 ± 4.4	40.9 ± 7.6	36.8 ± 3.7	33.4 ± 3.3	116 ± 18	46.7 ± 4.7	46.9 ± 8.4	44.2 ± 4.4	38.0 ± 6.3	45.9 ± 4.6	1.73 ± 0.22	1.9 ± 0.9	579 ± 52	3.5 ± 0.3

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб донных отложений, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Образец	Th-234, Бк/кг	Ra-226, Бк/кг	Pb-214, Бк/кг	Bi-214, Бк/кг	Pb-210, Бк/кг	Ac-228, Бк/кг	Ra-224, Бк/кг	Pb-212, Бк/кг	Bi-212, Бк/кг	Tl-208, Бк/кг	U-235, Бк/кг	Th-227, Бк/кг	K-40, Бк/кг	Cs-137, Бк/кг
GK-B31	22.9 ± 2.7	22.6 ± 4.2	21.2 ± 2.1	19.1 ± 2.5	24.5 ± 3.7	20.8 ± 2.1	19.3 ± 3.5	19.6 ± 2.0	20.4 ± 3.4	19.1 ± 1.9	1.05 ± 0.11	< 1.2	459 ± 41	< 0.6
CH-B31	17.6 ± 2.1	26 ± 4.8	18.6 ± 1.9	18.3 ± 2.4	60.5 ± 9.1	20.7 ± 2.1	20.8 ± 3.7	20.4 ± 2.0	17.7 ± 3.0	20.1 ± 2.0	0.81 ± 0.16	1.5 ± 0.8	406 ± 36	1.3 ± 0.2
UR-B31	20.3 ± 2.4	12.2 ± 2.3	14.3 ± 1.4	13.5 ± 1.4	28.0 ± 4.2	16.9 ± 1.7	18.5 ± 3.3	17.6 ± 1.8	15.8 ± 2.6	16.2 ± 1.6	0.94 ± 0.12	< 1.2	342 ± 30	< 0.6
IK-B31	17.8 ± 2.1	18 ± 3.4	16.7 ± 1.7	14.0 ± 1.7	63.8 ± 9.6	23.1 ± 2.3	23.8 ± 4.3	22.3 ± 2.2	20.3 ± 3.4	20.2 ± 2.0	0.82 ± 0.18	< 1.5	600 ± 53	0.9 ± 0.3
EK-B31	15.7 ± 1.9	17.7 ± 3.3	15.1 ± 1.5	13.3 ± 1.7	17.0 ± 2.6	13.9 ± 1.4	13.0 ± 2.3	14.5 ± 1.5	11.4 ± 1.9	15.0 ± 1.5	0.72 ± 0.10	1.1 ± 0.5	526 ± 47	< 0.6
TO-B31	20.1 ± 2.4	24.4 ± 4.6	17.4 ± 1.7	16.2 ± 1.6	36.8 ± 5.5	25.1 ± 2.5	22.8 ± 4.1	23.3 ± 2.3	21.1 ± 3.5	24.4 ± 2.4	0.93 ± 0.13	1.2 ± 0.6	392 ± 35	0.8 ± 0.2
AY-B31	11.8 ± 1.4	18.3 ± 3.4	12.0 ± 1.2	11.0 ± 1.4	21.4 ± 3.2	18.2 ± 1.8	15.9 ± 2.9	15.4 ± 1.5	19.6 ± 3.3	15.4 ± 1.5	0.56 ± 0.10	< 1.2	237 ± 21	< 0.6
PR-B31	32.1 ± 3.9	38.1 ± 7.1	29.4 ± 2.9	27.6 ± 2.8	60.6 ± 9.1	48.9 ± 4.9	46.1 ± 8.3	47.9 ± 4.8	43.7 ± 7.3	46.1 ± 4.6	1.48 ± 0.15	1.7 ± 0.6	543 ± 48	< 0.6
IR-B31	14.0 ± 1.7	18.2 ± 3.4	14.7 ± 1.5	13.2 ± 1.7	14.8 ± 2.2	20.0 ± 2.0	19.9 ± 3.6	18.0 ± 1.8	19.1 ± 3.2	17.9 ± 1.8	0.66 ± 0.10	1.2 ± 0.5	438 ± 39	< 0.6
EM-B31	23.1 ± 2.8	18.6 ± 3.5	18.0 ± 1.8	16.1 ± 2.1	25.1 ± 3.8	18.7 ± 1.9	17.9 ± 3.2	18.8 ± 1.9	19.1 ± 3.2	17.4 ± 1.7	1.06 ± 0.11	1.7 ± 0.5	614 ± 55	0.5 ± 0.1
IL-B31	32.2 ± 3.9	36.1 ± 6.7	31.9 ± 3.2	28.5 ± 2.9	67.6 ± 10.1	43.2 ± 4.3	47.8 ± 8.6	44.1 ± 4.4	40.5 ± 6.8	45.2 ± 4.5	1.48 ± 0.14	1.2 ± 0.6	590 ± 53	1.4 ± 0.2
TK-B31	34.8 ± 4.2	31.1 ± 5.8	30.9 ± 3.1	27.0 ± 2.7	62.1 ± 9.3	43.6 ± 4.4	41.5 ± 7.5	42.2 ± 4.2	39.0 ± 6.5	41.0 ± 4.1	1.63 ± 0.14	1.2 ± 0.6	672 ± 60	1.3 ± 0.2
SH-B31	64.3 ± 7.7	58.6 ± 10.9	48.2 ± 4.8	43.8 ± 5.7	83.3 ± 12.5	80.1 ± 8.0	69.8 ± 12.6	74.6 ± 7.5	86.3 ± 14.4	72.2 ± 7.2	2.99 ± 0.24	< 1.5	709 ± 63	0.6 ± 0.2
KB-B31	41.5 ± 5.0	38.7 ± 7.2	36.4 ± 3.6	33.9 ± 4.4	53.5 ± 8.0	46.7 ± 4.7	44.2 ± 8.0	43.1 ± 4.3	40.6 ± 6.8	43.8 ± 4.4	1.92 ± 0.14	2.5 ± 0.6	702 ± 62	0.5 ± 0.1
TA-B31	51.8 ± 6.2	40.3 ± 7.5	34.8 ± 3.5	30.0 ± 3.0	88.4 ± 13.3	49.9 ± 5.0	45.0 ± 8.1	48.8 ± 4.9	44.9 ± 7.5	47.9 ± 4.8	2.38 ± 0.25	< 1.7	614 ± 55	5.9 ± 0.5
SD-B31	43.6 ± 5.2	35.5 ± 6.6	37.1 ± 3.7	34.0 ± 3.4	63.7 ± 9.6	48.8 ± 4.9	48.4 ± 8.7	44.5 ± 4.5	41.2 ± 6.9	43.7 ± 4.4	2.01 ± 0.15	1.7 ± 0.6	563 ± 50	0.4 ± 0.2

Результаты определения методом РФА элементного состава обра зцов почвы, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-ая экспедиция)

Образец	K %	Ca %	Ti %	V, мкг/г	Cr, мкг/г	Mn %	Fe %	Ni, мкг/г	Cu, мкг/г	Zn, мкг/г	Ga, мкг/г	As, мкг/г
GK-S31	1.61±0.02	6±0.2	0.336±0.004	90±12	202±7	0.068±0.005	2.68±0.03	63±2	22±1	45±6	9±0.4	12.9±0.4
CH-S31	2.04±0.03	1.4±0.1	0.376±0.004	90±12	329±7	0.081±0.005	3.02±0.04	48±2	21±1	55±6	10.1±0.4	15.5±0.4
UR-S31	1.65±0.02	2.9±0.1	0.378±0.004	108±12	414±7	0.063±0.01	2.77±0.03	79±2	24±1	55±6	8.7±0.4	12.6±0.4
IK-S31	1.54±0.03	1.9±0.1	0.285±0.004	80±12	175±6	0.045±0.004	1.86±0.02	27±1	37±1	53±6	6.4±0.4	11.2±0.4
EK-S31	1.58±0.03	1±0.1	0.169±0.003	40±11	197±6	0.027±0.004	1.06±0.01	23±1	7±1	14±5	3.6±0.4	7.6±0.4
TO-S31	1.61±0.03	0.9±0.1	0.325±0.004	90±12	163±6	0.058±0.005	2.62±0.03	30±1	21±1	46±6	7.8±0.4	15±0.4
AY-S31	1.54±0.03	0.7±0.1	0.348±0.004	100±12	160±6	0.048±0.004	2.33±0.03	27±1	17±1	40±6	6.8±0.4	12±0.4
PR-S31	1.68±0.03	1.1±0.1	0.226±0.004	60±12	50±6	0.032±0.004	1.5±0.02	10±1	12±1	32±5	7.2±0.4	11±0.4
IR-S31	1.92±0.03	2.4±0.1	0.38±0.004	110±12	106±6	0.056±0.005	3.43±0.04	39±2	32±1	66±7	12.6±0.4	10.3±0.4
EM-S31	1.94±0.03	3±0.2	0.358±0.004	120±13	49±6	0.044±0.005	2.58±0.03	15±1	14±1	37±6	11.3±0.4	12.4±0.4
IL-S31	1.81±0.02	7.2±0.2	0.268±0.004	100±12	62±7	0.052±0.005	2.36±0.02	18±1	22±1	56±6	9.3±0.4	14.5±0.5
TK-S31	2.26±0.02	7.3±0.2	0.26±0.004	120±13	54±7	0.049±0.005	2.29±0.02	16±1	18±1	53±6	11.2±0.4	13.7±0.5
SH-S31	2.32±0.03	3±0.2	0.392±0.004	130±13	95±7	0.051±0.005	3.24±0.04	24±2	14±1	51±7	13±0.5	13.7±0.5
KB-S31	2.21±0.02	7.3±0.2	0.35±0.004	130±13	97±7	0.06±0.005	3.49±0.04	39±2	33±1	67±7	12.9±0.5	19.8±0.5
TA-S31	2±0.02	5.5±0.2	0.342±0.004	120±12	93±6	0.06±0.005	2.92±0.03	39±2	23±1	59±6	11±0.4	17.1±0.5
SD-S31	1.88±0.02	7±0.2	0.359±0.004	120±13	101±7	0.057±0.005	2.86±0.03	34±2	23±1	62±7	10.3±0.4	16.8±0.5

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 7

Образец	Br, мкг/г	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	Y, мкг/г	Zr, мкг/г	Nb, мкг/г	Mo, мкг/г	Cd мкг/г	Ba, мкг/г	Pb, мкг/г	Th, мкг/г	U, мкг/г
GK-S31	6.8±0.2	61±2	311±4	20±2	209±3	7.8±0.9	1±0.1	3.7±0.2	318±10	10±1	5±0.4	2±0.2
CH-S31	10.1±0.2	71±2	154±3	21±2	275±4	8.7±0.9	1.3±0.2	3.9±0.2	288±11	14±1	5.2±0.4	1.7±0.2
UR-S31	8.8±0.2	60±2	184±3	21±2	301±4	8.3±0.9	1.05±0.2	3.3±0.2	316±11	12±1	5.3±0.4	2±0.2
IK-S31	6.6±0.2	59±2	95±2	17±2	292±4	6.7±0.9	1.2±0.2	4±0.2	335±10	26±1	4±0.4	1.7±0.2
EK-S31	4.1±0.2	49±2	80±2	14±1	150±3	3.3±0.7	<1	3.9±0.2	276±9	<1	2.4±0.3	1.6±0.2
TO-S31	10.3±0.2	59±2	99±2	17±1	180±3	7.1±0.9	1.3±0.1	3.3±0.2	300±11	11±1	4.4±0.4	1.5±0.2
AY-S31	8.6±0.2	53±2	85±2	14±1	216±3	6.9±0.8	1.2±0.1	3.6±0.2	312±10	10±1	4.1±0.4	1.2±0.2
PR-S31	5.6±0.2	59±2	153±3	16±1	168±3	6.3±0.8	<1	3.7±0.2	312±10	8±1	3.7±0.4	1.4±0.2
IR-S31	14±0.2	81±3	226±4	26±2	168±3	8.4±1	1.1±0.1	3.7±0.2	294±11	12±1	6.3±0.4	1.5±0.2
EM-S31	4.5±0.2	66±2	315±4	21±2	225±4	8.1±0.9	1.4±0.2	3.6±0.2	470±11	6±1	2.9±0.5	1.9±0.2
IL-S31	23.4±0.2	77±3	472±5	21±2	180±3	8.7±0.9	2.3±0.1	3.3±0.2	353±11	17±1	6.6±0.5	3.4±0.2
TK-S31	12±0.2	92±3	426±5	20±2	159±3	8.8±0.9	<1	4±0.2	788±11	34±1	8.2±0.5	3.4±0.2

SH-S31	9±0.2	111±3	238±4	30±2	617±6	15.3±1.2	2.1±0.2	3±0.2	588±18	19±1	14.2±0.6	5.1±0.3
KB-S31	10±0.2	96±3	497±5	24±2	163±3	10±1	2.6±0.1	3.2±0.2	423±11	19±1	10.3±0.5	4.5±0.2
TA-S31	17.5±0.2	93±3	310±4	23±2	199±3	10.8±1	1.8±0.1	3.6±0.2	506±11	19±1	8.5±0.4	3.9±0.2
SD-S31	4.9±0.2	85±3	240±4	25±2	242±4	11±1	1.6±0.2	2.9±0.2	517±11	20±1	9.5±0.4	3.1±0.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Результаты определения методом РФА элементного состава образцов донных отложений, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Образец	K %	Ca %	Ti %	V, мкг/г	Cr, мкг/г	Mn %	Fe %	Ni, мкг/г	Cu, мкг/г	Zn, мкг/г	Ga, мкг/г	As, мкг/г
GK-B31	1.42±0.02	6.3±0.2	0.258±0.004	90±12	257±7	0.04±0.004	2±0.02	36±2	16±1	34±6	6±0.4	12.6±0.4
CH-B31	1.37±0.02	8.2±0.2	0.261±0.004	70±12	174±7	0.042±0.004	1.82±0.02	28±1	17±1	76±7	5±0.4	10.7±0.5
UR-B31	1.17±0.03	2.7±0.1	0.317±0.004	90±12	1260±9	0.05±0.005	2.06±0.02	56±2	14±1	29±5	5.5±0.4	11.3±0.4
IK-B31	1.87±0.03	1.2±0.1	0.255±0.004	90±12	261±7	0.064±0.005	2.25±0.03	32±1	16±1	43±6	8±0.4	13.3±0.4
EK-B31	1.69±0.03	1.1±0.1	0.191±0.003	60±11	254±7	0.03±0.004	1.11±0.01	23±1	6±1	13±5	3.1±0.4	8.1±0.4
TO-B31	1.43±0.03	0.6±0.1	0.355±0.004	100±12	321±7	0.027±0.004	2.57±0.03	36±1	17±1	32±5	6.8±0.4	14.4±0.4
AY-B31	0.98±0.03	0.5±0.1	0.244±0.004	40±12	160±6	0.014±0.004	1.12±0.02	12±1	10±1	19±5	3.4±0.4	7.3±0.4
PR-B31	1.82±0.03	1±0.1	0.453±0.004	90±13	121±7	0.059±0.005	2.84±0.03	29±2	18±1	55±6	11.5±0.4	13.2±0.5
IR-B31	1.52±0.03	0.7±0.1	0.202±0.003	30±11	58±6	0.029±0.004	1.45±0.02	11±1	8±1	17±5	6.5±0.4	6.8±0.4
EM-B31	1.94±0.03	3±0.2	0.4±0.004	150±13	61±6	0.049±0.005	2.97±0.03	15±1	17±1	42±6	12.2±0.4	14.8±0.4
IL-B31	1.98±0.02	6.1±0.2	0.37±0.004	110±13	75±7	0.062±0.005	3.02±0.03	23±2	21±1	59±7	12.2±0.4	15.6±0.5
TK-B31	2.15±0.02	7.8±0.2	0.292±0.004	110±12	60±6	0.045±0.005	2.34±0.02	14±1	15±1	51±6	11±0.4	11.1±0.5
SH-B31	2.18±0.02	5.1±0.2	0.37±0.004	70±13	123±7	0.067±0.005	3.52±0.04	33±2	35±1	95±7	13.5±0.5	18±0.5
KB-B31	2.18±0.02	6.2±0.2	0.37±0.004	110±13	112±7	0.062±0.005	3.71±0.04	36±2	36±1	65±7	13.5±0.5	23±0.5
TA-B31	1.97±0.02	7±0.2	0.346±0.004	120±13	102±7	0.076±0.005	3.48±0.04	43±2	35±1	77±7	11.7±0.4	19±0.5
SD-B31	1.81±0.02	7.9±0.2	0.335±0.004	90±13	83±7	0.054±0.005	2.49±0.03	27±2	21±1	57±6	9.9±0.4	12.9±0.5

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 8

Образец	Br, мкг/г	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	Y, мкг/г	Zr, мкг/г	Nb, мкг/г	Mo, мкг/г	Cd, мкг/г	Ba, мкг/г	Pb, мкг/г	Th, мкг/г	U, мкг/г
GK-B31	6.5±0.2	49±2	392±5	16±2	214±4	6.3±0.9	1.3±0.2	3.4±0.2	341±10	7±1	3.4±0.5	2.4±0.2
CH-B31	5.8±0.2	51±2	147±3	16±2	292±4	6.2±0.9	1.2±0.2	3.5±0.2	288±10	19±1	4±0.4	1.8±0.2
UR-B31	4.5±0.2	35±2	155±3	15±1	265±4	5.9±0.9	<1	3.4±0.2	229±10	4±1	2.7±0.4	1.4±0.2
IK-B31	8.1±0.2	60±2	157±3	17±1	173±3	5.9±0.8	1.1±0.1	3.8±0.2	306±10	7±1	4.2±0.4	1.7±0.2
EK-B31	4±0.2	50±2	84±2	14±1	181±3	3.5±0.8	<1	3.7±0.2	294±9	<1	2.2±0.3	1.3±0.2
TO-B31	7.3±0.2	46±2	127±3	14±1	182±3	6.4±08	1.2±0.1	4±0.2	300±11	11±1	5.1±0.4	1.5±0.2

AY-B31	6.4±0.2	30±2	84±2	9±1	277±4	5±0.8	<1	3.7±0.2	194±9	2±1	2.4±0.4	1.1±0.2
PR-B31	5.1±0.2	76±2	187±3	31±2	453±5	11.9±1.1	1±0.2	2±0.2	288±11	15±1	9.3±0.5	2.6±0.3
IR-B31	4.2±0.2	50±2	113±2	14±1	130±3	4.5±0.8	<1	3.4±0.2	200±10	2±1	3.2±0.3	0.8±0.2
EM-B31	4.2±0.2	62±2	342±4	22±2	232±4	7.6±0.9	1.9±0.2	3.9±0.2	488±11	6±1	3.5±0.5	2.2±0.2
IL-B31	6.9±0.2	92±3	237±4	27±2	252±4	12±1.1	1.4±0.2	3.5±0.2	465±11	19±1	9.4±0.5	2.9±0.3
TK-B31	10.5±0.2	100±3	311±4	21±2	228±4	10.3±1	<1	3.6±0.2	541±11	15±1	9.5±0.5	2.9±0.2
SH-B31	9±0.2	111±3	284±4	29±2	216±4	13±1.1	1.9±0.2	3.9±0.2	494±11	34±1	14.5±0.5	5.1±0.2
KB-B31	6±0.2	97±3	358±5	24±2	187±3	11±1	3.2±0.1	3.2±0.2	435±11	21±1	10.2±0.5	4±0.3
TA-B31	19±0.2	93±3	345±4	25±2	158±3	10±1	1.4±0.1	3.4±0.2	476±11	31±1	10.5±0.5	4.3±0.2
SD-B31	5.7±0.2	83±3	290±4	24±2	236±4	11±1	1.3±0.2	3.7±0.2	512±11	20±1	8.6±0.5	3.2±0.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Результаты определения методами МС-, АЭС-ИСП элементного состава проб отфильтрованной воды (WD), отобранных в трансграничных реках Казахстана весной 2022 г (31-я экспедиция)

Код пробы	Содержание химических элементов в пробах воды																				
	ИСП-МС, мкг/л																				
	Ag	As	Be	Ce	Cd	Co	Cu	La	Mo	Nd	Ni	P	Pb	Se	Sb	Th	U	V	Y	Zr	Hg
GK-WD31	<0.2	1.6	<0.03	<0.04	<0.05	0.29	4.1	<0.04	1.7	<0.1	5.7	<5	1.2	<3	<0.3	<0.2	3.55	1.8	<0.03	<0.1	<0.1
CH-WD31	<0.2	2.1	<0.03	0.09	<0.05	0.79	4.8	<0.04	0.66	<0.1	6.0	<5	0.32	<3	<0.3	<0.2	0.34	1.9	0.05	<0.1	<0.1
UR-WD31	<0.2	1.8	<0.03	<0.04	<0.05	0.36	4.7	<0.04	1.2	<0.1	6.0	<5	0.19	<3	<0.3	<0.2	1.4	3.3	<0.03	<0.1	<0.1
IK-WD31	<0.2	2.3	<0.03	0.11	<0.05	0.37	6.3	<0.04	0.76	<0.1	5.6	<5	0.29	<3	<0.3	<0.2	0.27	2.6	<0.03	<0.1	<0.1
EK-WD31	<0.2	1.4	<0.03	0.88	0.17	0.62	3.8	0.53	0.92	0.27	9.1	<5	0.53	<3	<0.3	<0.2	0.45	2.6	0.23	<0.1	<0.1
TO-WD31	<0.2	2.7	<0.03	<0.04	<0.05	1.05	2.1	<0.04	5.0	<0.1	8.3	<5	0.13	<3	<0.3	<0.2	3.4	1.5	<0.03	<0.1	<0.1
AY-WD31	<0.2	1.1	<0.03	<0.04	<0.05	0.34	2.2	<0.04	2.1	<0.1	5.5	<5	0.33	<3	<0.3	<0.2	5.7	<0.5	<0.03	<0.1	<0.1
PR-WD31	<0.2	1.4	<0.03	<0.04	0.17	0.15	1.5	<0.04	2.0	<0.1	2.1	<5	<0.05	<3	<0.3	<0.2	2.8	1.3	<0.03	<0.1	<0.1
IR-WD31	<0.2	<0.5	<0.03	0.32	<0.05	0.24	2.3	0.17	3.4	0.14	2.5	<5	0.19	<3	<0.3	<0.2	8.8	1.3	<0.03	<0.1	<0.1
EM-WD31	<0.2	3.0	<0.03	<0.04	<0.05	0.34	2.3	<0.04	20.4	<0.1	3.7	<5	0.05	<3	<0.3	<0.2	15.2	2.6	<0.03	<0.1	<0.1
IL-WD31	<0.2	1.9	<0.03	<0.04	<0.05	0.57	1.9	<0.04	3.4	<0.1	4.0	<5	0.58	<3	<0.3	<0.2	6.7	1.9	<0.03	<0.1	<0.1
TK-WD31	<0.2	1.1	<0.03	<0.04	<0.05	0.29	1.3	<0.04	2.2	<0.1	2.9	<5	0.23	<3	<0.3	<0.2	6.5	<0.5	<0.03	<0.1	<0.1
SH-WD31	<0.2	2.7	<0.03	0.06	<0.05	0.37	1.7	<0.04	6.3	<0.1	3.8	<5	0.20	<3	<0.3	<0.2	26.8	2.3	<0.03	<0.1	<0.1
KB-WD31	<0.2	5.5	<0.03	0.12	0.11	1.1	4.7	<0.04	32.9	<0.1	6.7	<5	0.37	<3	0.59	<0.2	49.1	4.2	0.08	<0.1	<0.1
TA-WD31	<0.2	<0.5	<0.03	<0.04	<0.05	0.24	1.3	<0.04	2.4	<0.1	2.8	<5	<0.05	<3	<0.3	<0.2	7.4	<0.5	<0.03	<0.1	<0.1
SD-WD31	<0.2	2.6	<0.03	<0.04	0.22	0.85	3.5	<0.04	8.4	<0.1	6.2	<5	1.8	<3	0.66	<0.2	20.3	1.8	<0.03	<0.1	<0.1
ПО	0.2	0.5	0.03	0.04	0.05	0.05	0.5	0.04	0.3	0.1	0.5	5	0.05	3	0.3	0.2	0.03	0.5	0.03	0.1	0.1

Код пробы	Содержание химических элементов в пробах воды											
	ОЭС, мкг/л									ОЭС, мг/л		
	Al	B	Ba	Cr	Fe	Li	Mn	Sr	Zn	Ca	K	Mg
GK-WD31	9.3	110	63.9	<0.7	15.5	13.2	8.7	800	<2	63.6	4.29	29.6
CH-WD31	21.2	123	30.9	2.4	86.5	21.1	20.9	580	35.6	64.7	5.85	21.6
UR-WD31	6.5	70	43.6	3.3	53.3	6.2	5.9	377	6.1	45.1	3.82	12.0
IK-WD31	20.0	117	50.3	2.7	60.7	9.8	13.2	340	7.4	46.6	5.75	9.08
EK-WD31	135	51	21.2	9.6	206	4.2	23.0	203	20.6	28.6	3.95	4.92
TO-WD31	<3	267	51.1	<0.7	15.8	61.1	244	923	6.0	102	8.73	45.9
AY-WD31	<3	123	40.2	<0.7	44.7	11.9	6.6	620	8.0	59.7	5.75	30.6
PR-WD31	<3	45	28.2	<0.7	<0.4	4.5	<0.5	265	<2	35.8	2.12	9.53
IR-WD31	120	36	18.7	<0.7	180	4.1	5.0	210	7.2	32.6	2.90	5.65
EM-WD31	45.9	260	36.1	<0.7	54.6	17.2	4.0	1070	<2	75.7	3.51	37.1
IL-WD31	<3	63	58.5	<0.7	9.0	5.7	2.9	430	35.4	70.5	2.73	14.0
TK-WD31	<3	31	62.9	<0.7	7.0	7.8	2.0	590	5.0	63.6	2.21	14.2
SH-WD31	11.4	120	71.9	1.9	43.6	10	3.7	893	7.8	77.1	3.56	22.9
KB-WD31	66.9	210	68.6	1.4	92.4	35.2	9.5	3030	17.6	116	8.94	76.8
TA-WD31	7.6	60	97.1	1.4	22.7	6.5	1.5	640	<2	64.1	2.13	22.1
SD-WD31	14.4	180	68.8	2.4	35.6	22.8	8.4	2220	14.1	123	5.03	48.7
ПО	3	5	0.5	0.7	0.4	0.2	0.5	0.5	2	0.01	0.015	0.03

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Результаты гамма-спектрометрического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Образец	Масса факт , г	Th-234, мБк/л	Ra-226, мБк/л	Pb-214, мБк/л	Bi-214, мБк/л	Pb-210, мБк/л	Ac-228, мБк/л	Ra-224, мБк/л	Pb-212, мБк/л	Bi-212, мБк/л	Tl-208, мБк/л	U-235, мБк/л	Th-227, мБк/л	K-40, мБк/л	Cs-137, мБк/л
GK-WD31	7.937	73 ± 8	49 ± 5	< 2	< 2	< 6	10 ± 2	< 8	1.82 ± 0.43	< 10	< 2	1.7 ± 0.3	< 2	96 ± 21	< 1
CH-WD31	5.776	7 ± 2	< 7	< 2	< 1	< 11	< 3	11 ± 4	1.12 ± 0.41	< 8	< 2	0.8 ± 0.2	< 2	148 ± 18	< 1
UR-WD31	3.443	16 ± 2	< 6	< 2	< 2	< 4	< 3	< 11	2.15 ± 0.41	< 8	< 2	1.5 ± 0.2	< 2	87 ± 16	< 1
IK-WD31	3.250	7 ± 2	< 5	5.5 ± 1.9	6.5 ± 1.9	< 3	< 2	< 9	< 1	< 6	< 4	1.5 ± 0.2	< 2	60 ± 13	< 1
EK-WD31	1.794	< 3	< 7	< 2	< 1	24 ± 3	< 3	< 6	2.25 ± 0.41	< 8	< 5	< 0.6	< 2	135 ± 17	< 1
TO-WD31	11.66	24 ± 7	< 16	< 4	< 3	< 14	< 6	< 13	< 2	< 16	< 4	2.6 ± 0.6	< 8	449 ± 47	< 1
AY-WD31	7.346	34 ± 3	< 7	< 2	< 2	< 4	< 3	< 6	< 1	< 15	< 2	4.0 ± 0.4	< 2	131 ± 18	< 1
PR-WD31	2.368	19 ± 2	< 5	< 1	< 1	< 2	< 2	< 4	< 0	< 5	< 1	2.5 ± 0.2	< 2	< 19	< 1
IR-WD31	2.401	58 ± 6	< 11	7.3 ± 1.2	6.7 ± 1.2	9 ± 2	< 3	< 13	2.18 ± 0.36	< 9	< 4	3.8 ± 0.2	< 2	96 ± 18	< 1
EM-WD31	9.727	94 ± 9	< 15	< 8	< 5	< 13	< 5	< 13	< 1	< 15	< 4	6.6 ± 0.6	< 7	302 ± 33	< 1
IL-WD31	3.485	35 ± 3	< 6	< 2	< 2	< 3	< 3	10 ± 3	< 1	< 14	< 2	4.1 ± 0.3	< 2	< 24	< 1
TK-WD31	3.286	40 ± 5	< 13	< 2	< 2	8 ± 2	4 ± 2	< 12	1.75 ± 0.41	< 16	< 2	2.9 ± 0.4	< 2	77 ± 17	< 1
SH-WD31	5.790	169 ± 18	< 13	< 3	< 3	< 16	17 ± 3	< 11	< 1	< 14	< 3	8.2 ± 0.9	< 4	140 ± 30	< 1
KB-WD31	13.06	317 ± 29	< 11	12.6 ± 1.9	15 ± 1.8	< 7	8 ± 3	< 8	< 1	< 18	< 3	25.4 ± 2.6	< 3	273 ± 25	< 1
TA-WD31	4.181	48 ± 5	< 5	19.6 ± 2.1	23.5 ± 2.1	< 3	8 ± 2	< 5	1.1 ± 0.3	< 16	< 2	4.7 ± 0.6	< 2	< 21	< 1
SD-WD31	9.355	106 ± 14	< 7	3.4 ± 1.3	3.6 ± 1.2	< 5	7 ± 2	< 12	< 1	< 16	< 2	9.4 ± 1.0	< 2	103 ± 18	< 1

Результаты гамма-спектрометрического анализа нерастворимых компонентов (WS) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция)

Образец	Масса факт, г	Th-234, мБк/л	Ra-226, мБк/л	Pb-214, мБк/л	Bi-214, мБк/л	Pb-210, мБк/л	Ac-228, мБк/л	Ra-224, мБк/л	Pb-212, мБк/л	Bi-212, мБк/л	Tl-208, мБк/л	U-235, мБк/л	Th-227, мБк/л	K-40, мБк/л	Cs-137, мБк/л
GK-WS31	1.182	4 ± 1	< 2	1.8 ± 0.5	< 2	< 1	< 1	< 2	1.25 ± 0.15	< 4	1.6 ± 0.5	0.4 ± 0.1	< 1	< 10	< 1
CH-WS31	0.070	< 1	< 2	< 1	< 1	2.1 ± 0.8	< 1	< 2	0.94 ± 0.17	< 3	1.1 ± 0.4	< 0.3	< 1	< 11	< 1
UR-WS31	1.618	3 ± 1	< 4	< 1	< 1	12.1 ± 1.6	< 3	< 4	4.26 ± 0.3	< 6	3.7 ± 0.8	< 0.4	< 1	32 ± 10	< 1
IK-WS31	0.237	< 2	< 3	2.1 ± 0.6	3.1 ± 0.6	< 2	< 1	< 3	< 1	< 4	1.5 ± 0.7	0.50 ± 0.15	< 1	< 13	< 1
EK-WS31	0.177	5 ± 2	6 ± 3	< 1	< 1	9.2 ± 2.3	< 2	< 4	< 1	< 7	< 1	< 0.3	< 3	< 20	< 1
TO-WS31	0.979	< 4	< 5	< 1	< 1	10.4 ± 2	3.7 ± 1.5	< 5	2.53 ± 0.35	< 7	< 3	< 0.5	< 1	32 ± 13	< 1
AY-WS31	0.153	8 ± 1	4 ± 2	7 ± 1	7 ± 0.6	< 3	< 1	< 3	< 1	< 4	< 1	< 0.2	< 1	< 14	< 1
PR-WS31	0.069	< 2	< 2	2.8 ± 0.4	2.3 ± 0.4	< 1	< 1	< 2	< 1	< 2	< 1	0.5 ± 0.1	< 1	< 8	< 1
IR-WS31	1.494	22 ± 3	< 6	< 2	< 1	10.7 ± 4	5.2 ± 1.6	< 6	3.5 ± 0.4	< 7	2.8 ± 1.1	< 0.4	< 2	84 ± 15	< 1
EM-WS31	1.203	13 ± 1	< 3	< 1	< 1	4.4 ± 1.4	2.6 ± 1.1	< 4	2.75 ± 0.25	< 5	2.5 ± 0.7	0.65 ± 0.15	< 1	36 ± 9	< 1
IL-WS31	4.275	9 ± 3	< 5	3.7 ± 0.9	3.3 ± 0.8	9.7 ± 3.8	12.8 ± 1.5	9.8 ± 3.1	10.4 ± 1.4	6.8 ± 3.9	9.7 ± 1.1	0.7 ± 0.2	< 3	164 ± 18	< 1
TK-WS31	0.898	5 ± 1	< 3	3.9 ± 0.5	3.9 ± 0.5	< 2	2.3 ± 0.8	< 5	2.9 ± 0.2	5.6 ± 2	2.5 ± 0.5	0.35 ± 0.10	< 1	26 ± 7	< 1
SH-WS31	0.060	< 3	< 2	3.3 ± 0.4	2.4 ± 0.3	< 1	0.9 ± 0.5	< 4	1.5 ± 0.2	< 2	1.2 ± 0.4	0.45 ± 0.05	< 1	< 7	< 1
KB-WS31	0.280	3 ± 1	< 4	< 1	< 1	< 5	< 2	< 4	1.58 ± 0.31	< 6	< 1	< 0.3	< 1	52 ± 13	< 1
TA-WS31	0.201	< 2	< 1	7.4 ± 0.3	8.6 ± 0.3	< 1	< 1	< 3	< 1	< 4	< 1	0.40 ± 0.05	< 1	< 6	< 1
SD-WS31	1.220	12 ± 1	< 3	< 1	< 1	7.8 ± 1.2	3.8 ± 0.9	< 5	4.15 ± 0.25	< 4	4.6 ± 0.7	0.6 ± 0.1	< 2	59 ± 8	< 1

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Результаты радиохимического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2022 г. (31-я экспедиция), мБк/л

Название образца	U-238	U-234	Ra-226
GK-WD31	37.2	67.7	2.55
CH-WD31	10.1	18.7	1.30
UR-WD31	17.3	26.5	1.47
IK-WD31	6.9	8.7	2.27
EK-WD31	5.6	8.7	0.83
TO-WD31	42.5	64.2	2.44
AY-WD31	66.8	137.5	2.65
PR-WD31	31.7	51.7	1.42
IR-WD31	96.4	145.6	1.14
EM-WD31	165.6	273.2	2.27
IL-WD31	78.3	129.2	3.04
TK-WD31	72.8	125.2	3.27
SH-WD31	305.2	372.3	3.62
KB-WD31	577.3	825.5	2.53
TA-WD31	89.2	173.0	2.81
SD-WD31	230.7	327.6	3.92

ДЕПАРТАМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
РГП «КАЗГИДРОМЕТ»

АДРЕС:

ГОРОД НУР-СУЛТАН
ПР. МӘҢГІЛІК ЕЛ 11/1
ТЕЛ. 8-(7172)-79-83-65 (ВНУТР. 1090)

E MAIL:ASTANADEM@METEO.KZ