

**МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КАЗГИДРОМЕТ»**

**ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ
О ТРАНСГРАНИЧНОМ ПЕРЕНОСЕ ТОКСИЧНЫХ
КОМПОНЕНТОВ В ОБЪЕКТАХ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

за 2020 года

Нур-Султан 2020

	СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
1	Предисловие	3
2	Состояние качества вод трансграничных рек Республики Казахстан за 2020 год	4
3	Результаты радионуклидного и макро-микроэлементного анализа объектов окружающей среды за 2020 год	13
4	Приложение	33

Предисловие

Информационный бюллетень предназначен для информирования государственных органов, общественности и населения о состоянии качества воды, донных отложений и прибрежной почвы трансграничных водных объектов Республики Казахстан в рамках бюджетной подпрограммы 100 «Проведение наблюдений за состоянием окружающей среды» программы 039 «Развитие гидрометеорологического и экологического мониторинга».

Бюллетень подготовлен по результатам работ, выполняемых специализированными подразделениями РГП «Казгидромет» по проведению экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы и РГП «Институт ядерной физики» МЭ РК.

Состояние качества вод трансграничных рек Республики Казахстан за 2020 год

Данные мониторинга загрязнения поверхностных вод обработаны по 36 гидрохимическим створам на 32 трансграничных реках (таблица 1.1): *Ертис – с. Боран, с. Прииртышское, Есиль – с. Долматово, Тобыл – с. Милютинка и п. Аккарга, Айет – с. Варваринка, Тогызак – ст. Тогузак, Желкуар – п. Чайковское, Обаган – с. Аксуат, Уй – с. Уйское, Жайык – с. Январцево, Шаган – п. Чувашинский (п. Каменный), Караозен – с. Жалпактал, Сарыозен – с. Бостандыксий, Улькен Кобда – п. Кобда, Елек – с. Целинный и с. Шилик, Орь – с. Богетсай, проток Шаронова – с. Ганюшкино, рукав Кигаиш – с. Котяевка, Иле - пр. Добын, Текес – с. Текес, Коргас – с. Баскуншы и с. Ынтылы, Емель – с. Кызылту, Каркара – у выхода из гор, Баянкол – с. Баянколь, Сырдария – с. Кокбулак, Келес- устья р. Келес, Шу – с. Благовещенское, Талас – с. Жасоркен, Асса – жд. ст. Маймак, Аксу – с. Аксу, Токташ – п. Жаугаиш батыр, Карабалта – на границе с Кыргызстаном, Сарыкау – на границе с Кыргызстаном.*

Основным нормативным документом оценки качества воды водных объектов Республики Казахстан являются «Единая система классификации качества воды в водных объектах» (далее – Единая Классификация) (Приложение 1).

Республика Казахстан – Российская Федерация

реки Ертис – с. Прииртышское, Есиль – с. Долматово, Тобыл – с. Милютинка, Тобыл – п. Аккарга, Желкуар – п. Чайковское, Айет – с. Варваринка, Тогызак – ст. Тогызак, Обаган – с. Аксуат, Уй – с. Уйское, Жайык – с. Январцево, Шаган – п. Чувашинский, Караозен (Большая Узень) – с. Жалпактал, Сарыозен (Малая Узень) – с. Бостандыксий, Елек – с. Целинный и с. Шилик, р. Улькен Кобда – п. Кобда, Орь – с. Богетсай, проток Шаронова – с. Ганюшкино, рукав Кигаиш – с. Котяевка.

Качество воды трансграничных рек РК-РФ оценивается следующим образом:

река Ертис:

- створ с. Прииртышское, в створе гидропоста: качество воды относится к 1 классу.

река Есиль:

- створ 0,4 км ниже с. Долматово: качество воды не нормируется (>3 класс): фенолы – 0,0017 мг/дм³. Концентрация фенолов превышает фоновый класс.

река Тобыл:

- створ п. Аккарга, 1 км к ЮВ от села в створе г/п качество воды не нормируется (>5 класса): кальций – 959,3 мг/дм³, магний – 1193,6 мг/дм³, минерализация – 11102,4 мг/дм³, хлориды – 5382,3 мг/дм³, взвешенные вещества – 108,6 мг/дм³, аммоний-ион – 3,22 мг/дм³. Концентрации кальция, магния, минерализации, хлоридов, взвешенных веществ, аммоний-иона фоновый класс.

- створ с. Милютинка, в черте села, в створе г/п качество воды относится к 5 классу: взвешенные вещества – 33,3 мг/дм³. Концентрации взвешенных превышают фоновый класс.

река Желкуар:

- створ п. Чайковское, 0,5 км к ЮВ от села в створе г/п качество воды не нормируется (>5 класса): хлориды – 390,3 мг/дм³. Концентрация хлоридов превышает фоновый класс.

река Айет

- створ с. Варваринка, 0,2 км выше села в створе г/п качество воды относится к 4 классу: магний – 55,1 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс.

река Обаган

- створ п. Аксуат, 4 км к В от села в створе г/п качество воды не нормируется (>5 класса): хлориды – 1550,4 мг/дм³, магний - 204,1 мг/дм³, кальций – 185,0 мг/дм³, сульфаты – 1530,6 мг/дм³, взвешенные вещества – 61,3 мг/дм³, минерализация - 5050,5 мг/дм³. Концентрации хлоридов, магния, кальция, сульфатов, взвешенных веществ, минерализации превышают фоновый класс.

река Тогызак

- створ ст. Тогузак, 1,5 км СЗ ст. Тогузак, в створе г/п качество воды относится к 5 классу: взвешенные вещества – 34,8 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

река Уй

- створ с. Уйское, 0,5 км к В от с. Уйское, в створе г/п качество воды относится к 4 классу: магний – 51,1 мг/дм³, железо (2+) - 0,032 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс.

река Жайык:

- створ п. Январцево: качество воды относится к 4 классу: взвешенные вещества - 22,83 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

река Шаган:

- створ село Чувашинское: качество воды относится к 4 классу относится - магний - 25,0 мг/дм³. Концентрация магния не превышает фоновый класс.

река Караозен:

- створ село Жалпактал: качество воды относится не нормируется (>5 класса): хлориды - 619,2 мг/дм³. Концентрация хлоридов превышает фоновый класс.

река Сарыозен:

- створ село Бостандык: качество воды относится к 4 классу: взвешенные вещества - 22,25 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

река Елек:

- створ п. Целинный 1,0 км на юго-восток от поселка, на левом берегу р. Елек: качество воды относится к 4 классу: магний – 53,75 мг/дм³, фенолы – 0,0017 мг/дм³, хрома (6+) – 0,076 мг/дм³. Концентрации магния, фенолов и хрома (6+) превышают фоновый класс.

- створ село Чилик: качество воды относится к 4 классу: аммоний-ион - 1,088 мг/дм³. Концентрация аммоний-иона превышает фоновый класс.

река Улькен Кобда:

- п. Кобда, 1 км к юго-Ву от окраины с. Новоалексеевка, в 400 м ниже железобетонного автодорожного моста: качество воды относится к 4 классу: магний – 53,08 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс.

река Орь:

- створ с. Бугетсай, 0,3 км ниже села, 0,2 км ниже впадения р. Богетсай: качество воды относится к 4 классу: магний – 40,88 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс.

проток Шаронова:

- створ с. Ганюшкино, в створе водпоста: качество воды не нормируется (>5 класса): взвешенные вещества – 221,2 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

рукав Кигаш:

- створ. Котьяевка, в створе водпоста: качество воды не нормируется (>5 класса): взвешенные вещества – 219,83 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

По Единой классификации качество воды водных объектов за 2020 год оценивается следующим образом: 1 класс – река Ертис; не нормируется (>3 класс) - река Есиль, 4 класс – реки Айет, Уй, Жайык (п. Январцево), Шаган, Сарыозен, Елек (с. Чилик), Елек (п. Целинный), Орь, Улькен Кобда; 5 класс – река Тобыл (с. Милютинка), Тогызак, качество воды не нормируется (>5 класса) - реки Тобыл (п. Аккарга), Желкуар, Обаган, Караозен, Шаронова, Кигаши (таблица 1).

В сравнении с 2019 годом качество воды на реках Айет, Елек (с. Чилик), Есиль, Жайык (п. Январцево) – улучшилось, на реках Ертис, Тобыл (п. Аккарга), Тобыл (с. Милютинка), Желкуар, Обаган, Тогызак, Уй, Шаган, Караозен, Сарыозен, Елек (п. Целинный), Улькен Кобда, Шаронова, Кигаши, Орь - существенно не изменилось.

Республика Казахстан – Республика Узбекистан

реки Сырдария – с.Кокбулак, Келес- устья р. Келес

Качество воды трансграничных рек оценивается следующим образом:

река Сырдария:

- створ с.Кокбулак (10,5 км к северу, севера западу (далее ССЗ) от поста): качество воды относится к 4 классу: взвешенные вещества – 125,62 мг/дм³, магний – 42,79 мг/ дм³, сульфаты – 510,25 мг/дм³, фенолы – 0,0015 мг/дм³. Концентрации магния и фенолов не превышают фоновый класс, Концентрации сульфатов и взвешенных веществ превышают фоновый класс.

р.Келес:

- створ устье (1,2 км выше устья р. Келес): качество воды относится к 5 классу: сульфаты – 657,18 мг/дм³. Концентрация сульфатов не превышает фоновый класс.

По Единой классификации качество воды водных объектов за 2020 год оценивается следующим образом: 4 класс –река Сырдария; 5 класс- река Келес. (таблица 1).

В сравнении с 2019 годом качество воды на реках Келес, Сырдария - существенно не изменилось.

Республика Казахстан – Кыргызская Республика

реки Шу – с. Кайнар (с.Благовещенское), Талас – с. Жасоркен, Асса – жд. ст. Маймак, Аксу – с. Аксу, Токташ – п. Жаугаши батыр, Карабалта – на границе с Кыргызстаном, Сарыкау – на границе с Кыргызстаном, Каркара – у выхода из гор.

Качество воды трансграничных рек РК-РФ оценивается следующим образом:

река Шу:

- створ с. Кайнар (с.Благовещенское): качество воды не нормируется (>3 класса): фенолы – 0,0015 мг/дм³. Концентрация фенолов превышает фоновый класс.

река Талас:

- створ 0,7 км выше с. Жасоркен: качество воды относится к 5 классу взвешенные вещества – 44,2 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

река Асса:

- створ жд ст. Маймак качество воды не нормируется (>3 класса): фенолы – 0,0013мг/дм³. Концентрация фенолов превышает фоновый класс.

река Аксу:

- створ 0,5 км выше а. Аксу, 10 км от устья р. Аксу: качество воды не нормируется (>5 класса): взвешенные вещества – 205,6 мг/дм³. 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: качество воды не нормируется (>5 класса): взвешенные вещества – 146,2 мг/дм³. Концентрация взвешенных веществ превышает фоновый класс.

река Карабалта:

- створ на границе с Кыргызстаном, с. Баласагун, 29 км от устья реки: качество воды относится к 4 классу: магний – 67,9 мг/дм³, сульфаты – 470,6 мг/дм³, фенолы – 0,0014 мг/дм³. Концентрации магния, сульфатов и фенолов не превышают фоновый класс.

река Сарыкау:

- створ на границе с Кыргызстаном, 35 км до впадения в р. Шу, 63 км от с. Мерке: качество воды относится к 4 классу: магний – 75,8 мг/дм³, сульфаты – 395,1 мг/дм³, фенолы – 0,0013 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс. Концентрации сульфатов и фенолов не превышают фоновый класс.

река Каркара

- створ у выхода из гор, качество воды относится к 3 классу: аммоний ион – 0,83 мг/дм³, магния – 23 мг/дм³. Концентрация аммония иона, магния превышает фоновый класс.

По Единой классификации качество воды водных объектов за 2020 год оценивается следующим образом: 3 класс – река Каркара; не нормируется (>3 класса) - реки Шу, Асса, 4 класс – реки Карабалта, Сарыкау; 5 класс – река Талас, не нормируется (>5 класса) - реки Аксу, Токташ.

В сравнении с 2019 годом качество воды на реке Каркара – ухудшилось, на реках Талас, Асса, Шу, Карабалта – улучшилось, на реках Аксу, Токташ, Сарыкау существенно не изменилось.

Республика Казахстан – Китайская Народная Республика

реки Кара Ерчис – с. Боран, Иле – пр. Добын, Текес – с. Текес, Коргас – с. Баскуныш и с. Ынтылы, Емель – с. Кызылту, Баянкол – с. Баянколь.

Качество воды трансграничных рек РК-РФ оценивается следующим образом:

река Кара Ерчис:

- створ с.Боран (в черте с.Боран) 0,3 км выше речной Пристани; качество воды относится к 1 классу.

река Емель

- створ р. Емель – п. Кызылту, в створе водпоста качество воды относится к 4 классу: концентрация магния – 39,1 мг/дм³. Концентрация магния превышает фоновый класс.

река Иле:

- створ пр. Добын, (в створе водного поста) качество воды относится к 3 классу: магний- 21,8 мг/дм³, аммоний ион – 0,73 мг/дм³. Концентрация магния, аммония ион превышает фоновый класс.

река Текес

- створ с.Текес (в створе вод. поста) качество воды относится к 3 классу: аммоний ион- 0,73 мг/дм³, магний- 21 мг/дм³. Концентрация аммония иона, магния превышает фоновый класс.

река Коргас

- створ 1 (с. Баскуншы (в створе водного поста) качество воды относится к 1 классу.
- створ 2 (застава Ынтылы) качество воды относится ко 2 классу: фосфаты- 0,286 мг/дм³, нитрит-анион- 0,184 мг/дм³. Концентрация фосфатов, нитрит-анион превышает фоновый класс.

река Баянкол

- створ с.Баянкол, в створе водного поста качество воды относится к 1 классу.

По Единой классификации качество воды водных объектов за 2020 год оценивается следующим образом: 1 класс – реки Кара Ертис, Коргас (с.Баскуншы), Баянкол; 2 класс- река Коргас (застава Ынтылы); 3 класс- реки Иле, Текес; 4 класс – река Емель (таблица 1).

В сравнении с 2019 годом качество воды на реках Кара Ертис, Баянкол - существенно не изменилось; на реках Емель, Текес – ухудшилось, на реке Иле, Коргас (с. Баскуншы и з.Ынтылы)-улучшилось.

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

На 7 трансграничных реках Республики Казахстан было отмечено 49 случая высокого загрязнения (ВЗ) и 2 случая экстремально высокого загрязнения: река Елек (Актюбинская) – 7 случаев ВЗ, река Тобыл (Костанайская область) – 2 случая ЭВЗ и 26 случаев ВЗ, река Обаган (Костанайская область) – 9 случаев ВЗ, река Тогызак (Костанайская) – 1 случай ВЗ, река Желкуар (Костанайская) – 4 случая ВЗ река Караозен (ЗКО) – 1 случай ВЗ, река Сарыозен (ЗКО) – 1 случай ВЗ (таблица 2).

Таблица 1

Класс качества поверхностных вод по «Единая система классификации качества воды в водных объектах»

Наименование водного объекта (в разрезе адм. обл.)	Класс качества воды		Наименование физико-химического вещества	ед. изм.	Содержание физико-химического вещества
	2019 г.	2020 г.			
р.Кара Ертис – с. Боран (ВКО)	1 класс*	1 класс*			
р. Ертис (с. Прииртышское Павлодарская область)	1 класс*	1 класс*			
р.Есиль (СКО, с. Долматово)	4 класс	не нормируется (>3класс)	Фенолы	мг/дм ³	0,0017
р. Емель (ВКО)	3 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	39,1
р.Тобыл (Костанайская обл. п. Аккарга)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Кальций	мг/дм ³	959,3
			Магний	мг/дм ³	1193,6
			Минерализация	мг/дм ³	11102,4
			Хлориды	мг/дм ³	5382,3
			Аммоний ион	мг/дм ³	3,22
			Взвешенные вещества	мг/дм ³	108,6
р.Тобыл	5 класс**	5 класс**	Взвешенные	мг/дм ³	33,3

(Костанайская обл. с. Милютинка)			вещества		
р. Желкуар (Костанайская)	не нормируется (>5 класс)	Не нормируется (>5 класса)	Хлориды	мг/дм ³	390,3
р. Айт (Костанайская)	5 класс**	4 класс	Магний	мг/дм ³	55,1
р. Обаган (Костанайская)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Хлориды	мг/дм ³	1550,4
			Минерализация	мг/дм ³	5050,5
			Взвешенные вещества	мг/дм ³	61,3
			Сульфаты	мг/дм ³	1530,6
			Магний	мг/дм ³	204,1
			Кальций	мг/дм ³	185,0
р. Тогызак (Костанайская)	5 класс**	5 класс**	Взвешенные вещества	мг/дм ³	34,8
р. Уй (Костанайская)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	51,1
			Железо (2+)**	мг/дм ³	0,032
р. Жайык (ЗКО)	5 класс**	4 класс	Взвешенные вещества	мг/дм ³	22,83
р. Шаган (ЗКО)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	25,0
р. Сарыозен (ЗКО)	4 класс	4 класс	Взвешенные вещества	мг/дм ³	22,25
р. Караозен (ЗКО)	не нормируется (>5 класса)	не нормируется (>5 класса)	Хлориды	мг/дм ³	619,2
р. Елек (ЗКО п. Шилик)	не нормируется (>5 класс)	4 класс	Аммоний ион	мг/дм ³	1,088
р. Елек (Актюбинская обл. п. Целинный)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	53,75
			Фенолы***	мг/дм ³	0,0017
			Хром (6+) ***	мг/дм ³	0,076
р. Улькен Кобда (Актюбинская обл.)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	58,08
р. Ор (Актюбинская обл.)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	40,88
пр. Шаронова (Атырауская обл.)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Взвешенные вещества	мг/дм ³	221,2
р. Кигаш (Атырауская обл.)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Взвешенные вещества	мг/дм ³	219,83
р. Сырдария (Туркестанская обл.)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	42,79
			Взвешенные вещества	мг/дм ³	125,62
			Сульфаты	мг/дм ³	510,25
			Фенолы***	мг/дм ³	0,0015
р. Келес (Туркестанская обл.)	5 класс**	5 класс	Сульфаты	мг/дм ³	657,18

р. Шу (Жамбылская)	4 класс	не нормируется (>3 класса)	Фенолы	мг/дм ³	0,0015
р. Талас (Жамбылская)	не нормируется (>5 класс)	5 класс**	Взвешенные вещества	мг/дм ³	44,2
р. Асса (Жамбылская)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>3 класс)	Фенолы	мг/дм ³	0,0013
р. Аксу (Жамбылская)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Взвешенные вещества	мг/дм ³	205,6
р. Токташ (Жамбылская)	не нормируется (>5 класс)	не нормируется (>5 класс)	Взвешенные вещества	мг/дм ³	146,2
р. Карабалта (Жамбылская)	не нормируется (>5 класс)	4 класс	Магний	мг/дм ³	67,9
			Сульфаты	мг/дм ³	470,6
			Фенолы	мг/дм ³	0,0014
р. Сарыкау (Жамбылская)	4 класс	4 класс	Магний	мг/дм ³	75,8
			Сульфаты	мг/дм ³	395,1
			Фенолы	мг/дм ³	0,0013
р. Каркара (Алматинская)	1 класс*	3 класс	Магний	мг/дм ³	23
			Аммоний ион	мг/дм ³	0,83
р. Иле (Алматинская)	не нормируется (>3 класс)	3 класс	Аммоний-ион	мг/дм ³	0,73
			Магний	мг/дм ³	21,8
р. Текес (Алматинская)	2 класс	3 класс	Магний	мг/дм ³	21
			Аммоний-ион	мг/дм ³	0,73
р. Коргас с. Баскуншы (Алматинская)	3 класс	1 класс*			
р. Коргас з. Ынтылы (Алматинская)	не нормируется (>3 класс)	2 класс	Фосфаты	мг/дм ³	0,286
			Нитрит -анион	мг/дм ³	0,184
р. Баянкол (Алматинская)	1 класс*	1 класс*			

* 1 класс - вода «наилучшего качества»

** 5 класс - вода «наихудшего качества»

*** вещество для данного класса не нормируется

**Сведения о случаях экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) поверхностных вод
за 2020 год**

Наименование водного объекта, область, пункт наблюдения, створ	Кол-во случаев ВЗ и ЭВЗ	Год, число, месяц отбора проб	Год, число, месяц проведе ния анализа	Загрязняющие вещества		
				Наименование	Единица измерения	Концентрация, мг/дм ³
река Елек , Актюбинская область, п. Целинный 1,0 км на юго- восток, на левом берегу р. Елек.	1 ВЗ	08.01.2020	08.01.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,249
	1 ВЗ	04.02.2020	05.02.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,158
	1 ВЗ	03.03.2020	03.03.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,149
	1 ВЗ	23.04.2020	24.04.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,080
	1 ВЗ	02.10.2020	05.10.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,179
	1 ВЗ	04.11.2020	04.11.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,063
	1 ВЗ	04.12.2020	04.12.2020	Хром (6+)	мг/дм ³	0,081
река Тобыл , Костанайская область, п. Аккарга, 1 км к ЮВ от села в створе г/п	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Сульфаты	мг/дм ³	2880,0
	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	8898,0
	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Кальций	мг/дм ³	1012,0
	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Магний	мг/дм ³	1082,2
	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Аммоний-ион	мг/дм ³	9,00
	1 ВЗ	13.01.2020г.	17.01.2020г.	Минерализация	мг/дм ³	18639,3
	1 ЭВЗ	13.01.2020	17.01.2020	Растворенный кислород	мг/дм ³	1,86
	1 ЭВЗ	11.03.2020	13.03.2020	Растворенный кислород	мг/дм ³	1,77
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Кальций	мг/дм ³	2810,0
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Магний	мг/дм ³	3890,0
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Минерализация	мг/дм ³	10021,7
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Сульфаты	мг/дм ³	2363,1
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	6912,8
	1 ВЗ	14.04.2020 г.	16.04.2020 г.	Кальций	мг/дм ³	350,7
	1 ВЗ			Магний	мг/дм ³	377,0
	1 ВЗ			Минерализация	мг/дм ³	7884,8
	1 ВЗ			Хлориды	мг/дм ³	3080,0
	1 ВЗ	12.05.2020	19.05.2020	Кальций	мг/дм ³	410,8
	1 ВЗ			Магний	мг/дм ³	420,0
	1 ВЗ			Минерализация	мг/дм ³	5722,0
	1 ВЗ			Хлориды	мг/дм ³	3471,3
	1 ВЗ	03.08.2020г.	10.08.2020г.	Кальций	мг/дм ³	551,0

	1 ВЗ	14.10.2020	20.10.2020	Магний	мг/дм ³	687,0
	1 ВЗ			Хлориды	мг/дм ³	4929,0
	1 ВЗ			Кальций	мг/дм ³	621,2
	1 ВЗ			Магний	мг/дм ³	705,3
	1 ВЗ			Хлориды	мг/дм ³	5002,7
река Тобыл , Костанайская область, с. Милютинка, в черте села, в створе г/п	1 ВЗ	13.04.2020 г.	16.04.2020 г.	Железо общее	мг/дм ³	0,81
река Обаган , Костанайская область, п. Аксуат, 4 км к востоку от села в створе г/п	1 ВЗ	05.03.2020г.	10.03.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	3155,1
	1 ВЗ			Кальций	мг/дм ³	400,8
	1 ВЗ			Магний	мг/дм ³	462,1
	1 ВЗ			Сульфаты	мг/дм ³	2286,2
	1 ВЗ			Минерализация	мг/дм ³	6911,2
	1 ВЗ	03.08.2020г.	10.08.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	1054,4
	1 ВЗ	05.10.2020	08.10.2020	Хлориды	мг/дм ³	1054,4
	1 ВЗ			Кальций	мг/дм ³	190,4
	1 ВЗ			Магний	мг/дм ³	237,1
река Желкуар , п. Чайковское, 0,5 км к ЮВ от села в створе г/п	1 ВЗ	14.01.2020г.	17.01.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	666,5
	1 ВЗ			Марганец (2+)	мг/дм ³	0,110
	1 ВЗ	11.03.2020г.	16.03.2020г.	Марганец (2+)	мг/дм ³	0,144
	1 ВЗ			Хлориды	мг/дм ³	609,7
река Тогызак , Костанайская область, ст. Тогузак, 1,5 км СЗ ст. Тогузак, в створе г/п	1 ВЗ	05.03.2020г.	10.03.2020г.	Марганец (2+)	мг/дм ³	0,165
река Караозен , ЗКО, с. Жалпактал, 0,2 км ниже с. Жалпактал	1 ВЗ	07.08.2020г.	11.08.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	1474,72
река Сарыозен , ЗКО, п. Бостандыкский, 2,0 км выше автдор, моста	1 ВЗ	07.08.2020г.	11.08.2020г.	Хлориды	мг/дм ³	595,56
Всего: 49 случаев ВЗ и 2 случая ЭВЗ на 7 в/о						

Результаты радионуклидного и макро-микроэлементного анализа компонентов окружающей среды за 2020 год

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 и осенью 2020 г.

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

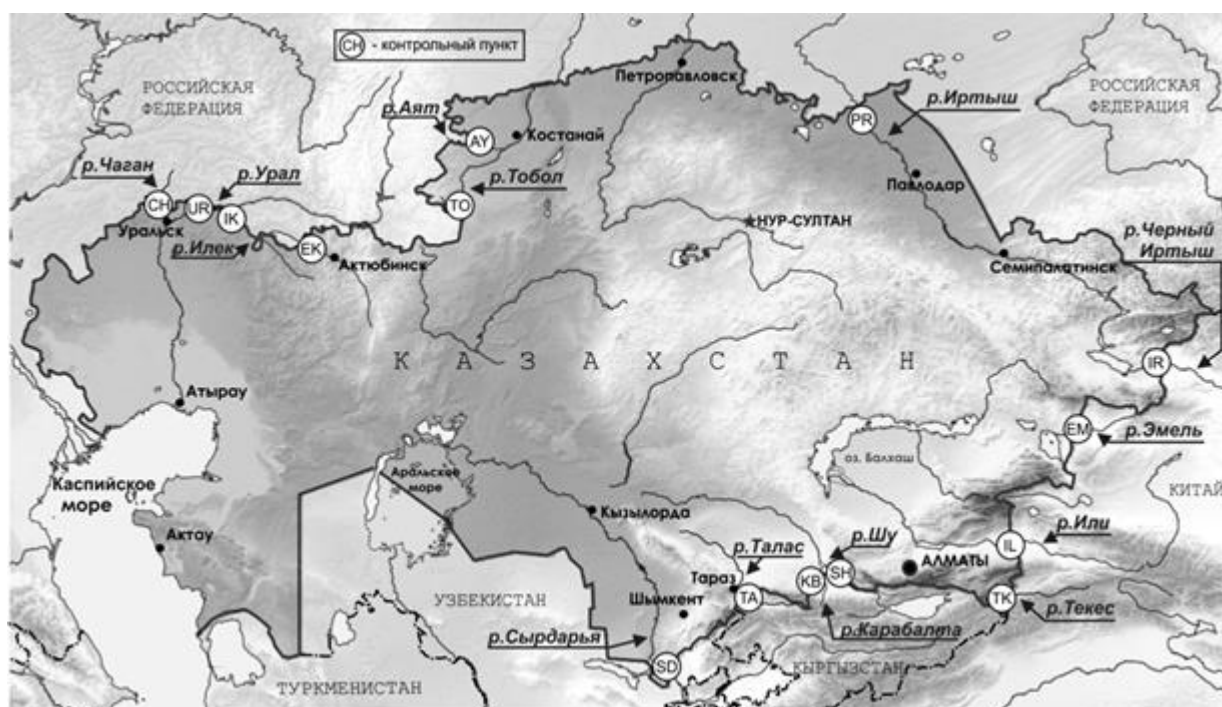


Рис. 1. Схема размещения контрольных пунктов на трансграничных реках Казахстана

Проведены работы по предварительной подготовке всех проб объектов окружающей среды, отобранных весной и осенью 2020 г. 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. Нейтроноактивационный 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 Приложениях 1 и 2 приведены результаты радионуклидного анализа методом ИГС проб почвы, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 3 и 4 приведены результаты радионуклидного анализа методом ИГС донных отложений, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 5 и 6 приведены результаты элементного анализа методом РФА проб почвы, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 7 и 8 приведены результаты элементного анализа методом РФА донных отложений, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 9 и 10 приведены результаты элементного анализа методом НАА проб почвы, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 11 и 12 приведены результаты элементного анализа методом НАА проб донных отложений, отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 13 и 14 приведены результаты радионуклидного анализа методом ИГС растворимых компонентов проб воды (WD), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 15 и 16 приведены результаты радионуклидного анализа методом ИГС нерастворимых компонентов проб воды (WS), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 17 и 18 приведены результаты элементного анализа методом НАА растворимых компонентов проб воды (WD), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 19 и 20 приведены результаты элементного анализа методом НАА нерастворимых компонентов проб воды (WS), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 21 и 22 приведены результаты радионуклидного анализа методом РХА растворимых компонентов проб воды (WD), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

В Приложениях 23 и 24 приведены результаты элементного анализа методом МС-, АЭС-ИСП растворимых компонентов проб воды (WD), отобранных на всех контрольных пунктах весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г., соответственно.

Рассмотрим некоторые особенности радионуклидного и элементного состава объектов окружающей среды, отобранных на всех контрольных пунктах (КП) в бассейнах трансграничных рек Казахстана в 2020 г.

На основе данных, полученных методом ИГС, построены графики, отражающие содержание отдельных радионуклидов в почве и донных отложениях на всех 15-ти мониторинговых КП весной и осенью 2020 г. (рисунки 2 и 3).

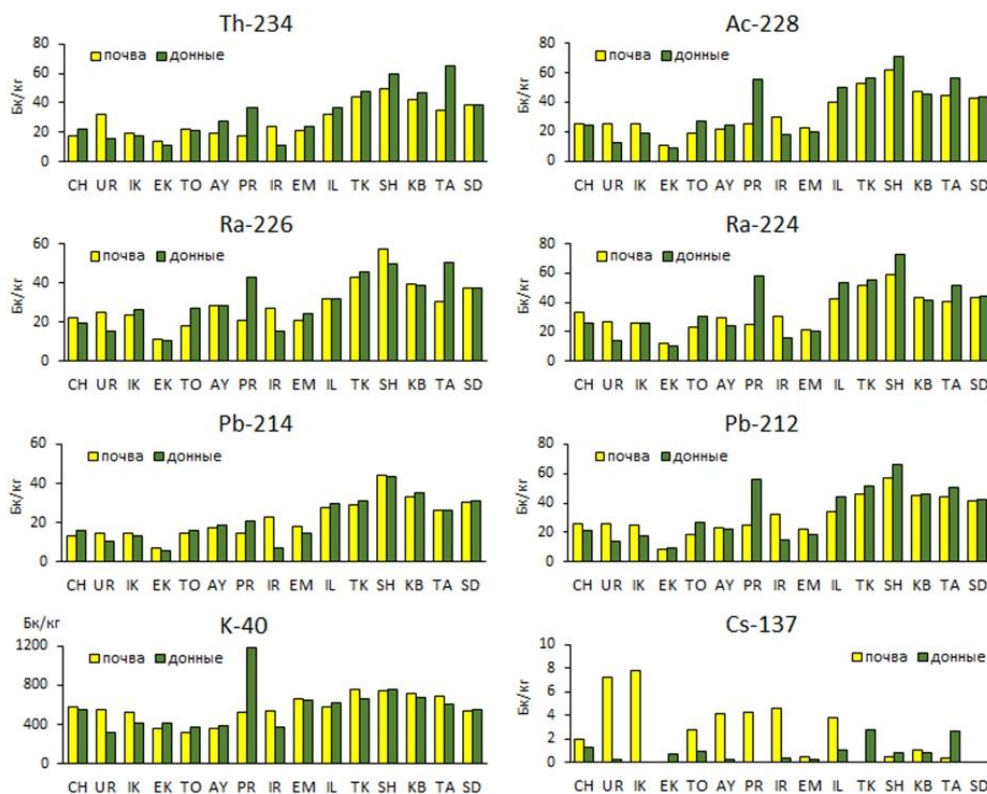


Рисунок 2 - Концентрации отдельных радионуклидов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (27-я экспедиция)

Приведенные в Приложениях (1-4) данные и представленные на рисунках 2, 3 графики в значительной степени подтверждают выводы, сделанные на основе данных всех предыдущих экспедиций. Наибольшие значения концентрации ЕРН наблюдаются в прибрежной почве и донных отложениях рек Юго-Восточного и Южного Казахстана (Или, Текес, Шу, Карабалта, Сырдарья). Уровень концентрации радионуклидов в этих объектах рек Западного (Чаган, Урал, Илек), Северо-Западного (Тобол, Аят) и Восточного (Черный Иртыш, Эмель) Казахстана заметно ниже. Наименьшие значения концентрации всех ЕРН соответствуют реке Илек (ЕК, Актюбинская область). В весенний и осенний сезоны, кроме рек Южного и Юго-Восточного Казахстана, наблюдается повышенное содержание отдельных ЕРН (^{234}Th , ^{226}Ra , ^{214}Pb , ^{228}Ac , ^{224}Ra , ^{212}Pb и др.) в донных отложениях низовья реки Иртыш (КП - PR) (рис. 2, 3). На этом КП концентрация в донных отложениях практически всех ЕРН семейств ^{238}U и ^{232}Th примерно в 2 раза больше, чем в верховьях этой реки на контрольном пункте IR. Это означает, что р. Иртыш загрязняется этими ЕРН на территории Казахстана. Необходимо выявить источник (или источники) этого загрязнения.

Наиболее высокие (но не опасные) значения концентрации искусственного радионуклида (ИРН) ^{137}Cs установлены в прибрежной почве рек Урал (7.2 Бк/кг) и Илек (Западно-Казахстанская обл., 7.8 Бк/кг) – в весенний сезон, а также Урал (14.1 Бк/кг), Тобол (14.7 Бк/кг), Аят (13.5 Бк/кг) и Шу (15.6 Бк/кг) – в осенний сезон. В донных отложениях большинства изученных рек уровень концентрации этого ИРН, в основном, незначителен. Вместе с тем, можно отметить повышенное значение концентрации этого радионуклида в донных отложениях рек Текес (2.8 Бк/кг) и Талас (2.7 Бк/кг) – в весенний сезон и Текес (2.4 Бк/кг) и Карабалта (7.4 Бк/кг) – в осенний сезон.

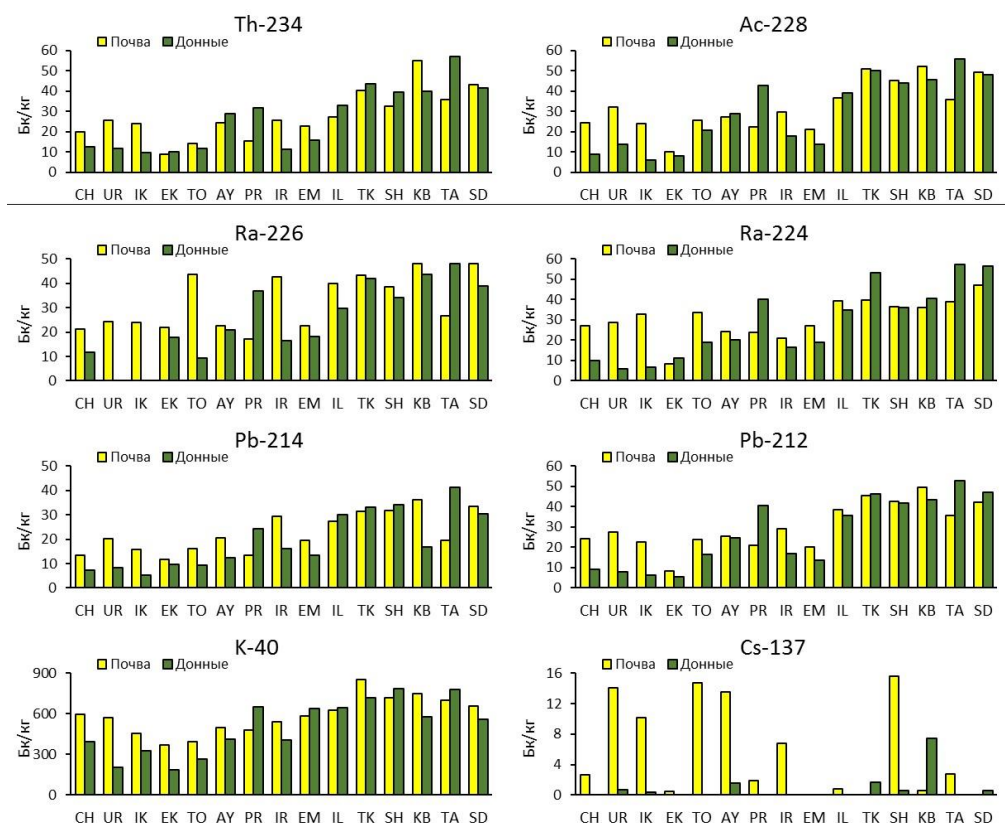


Рисунок 3 - Концентрации отдельных радионуклидов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (28-я экспедиция)

На основе данных, полученных методом РФА, выполнены графические построения (рисунки 4-5), отражающие распределение отдельных элементов (Ca, Rb, Ba, Sr, Zn, Y, Th, U, Nb, Pb, Zr, Cr) в почве и донных отложениях, отобранных весной и осенью 2020 г. на мониторинговых контрольных пунктах всех трансграничных рек Казахстана. Из этих графиков и табличных данных, полученных методами РФА и НАА (Приложения 5-12), следует (как было установлено раньше), что наиболее высокие значения концентрации щелочных и щелочноземельных элементов (K, Ca, Rb, Cs, Sr, Ba) наблюдаются в почве и донных отложениях рек Юго-Восточного и Южного Казахстана. Эта особенность наглядно отражена на примере распределения бария и стронция. Видно, что наибольшие значения концентрации этих элементов соответствуют следующим рекам: Эмель, Текес, Или, Шу Карабалта, Талас и Сырдарья. Кроме того, в донных

отложениях этих рек присутствуют в значительных концентрациях такие элементы как Nb, Pb, Th, U и все редкоземельные металлы (РЗМ).

Сравнение результатов элементного анализа проб донных отложений р. Иртыш, отобранных на КП «IR» (вход реки на территорию Казахстана) и на КП «PR» (выход реки с территории Казахстана), показывает, что на этой протяженности реки содержание многих элементов (Ti, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Y, Zr, Pb, Th, U, Sb, Co, Sc, Hf, Ta, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) увеличивается в (2-4) раза. Это означает, что река Иртыш загрязняется на территории Казахстана не только радионуклидами, но и многими химическими элементами. Установленная особенность свидетельствует о необходимости проведения исследования, направленного на выявление источников и установление механизмов этого загрязнения.

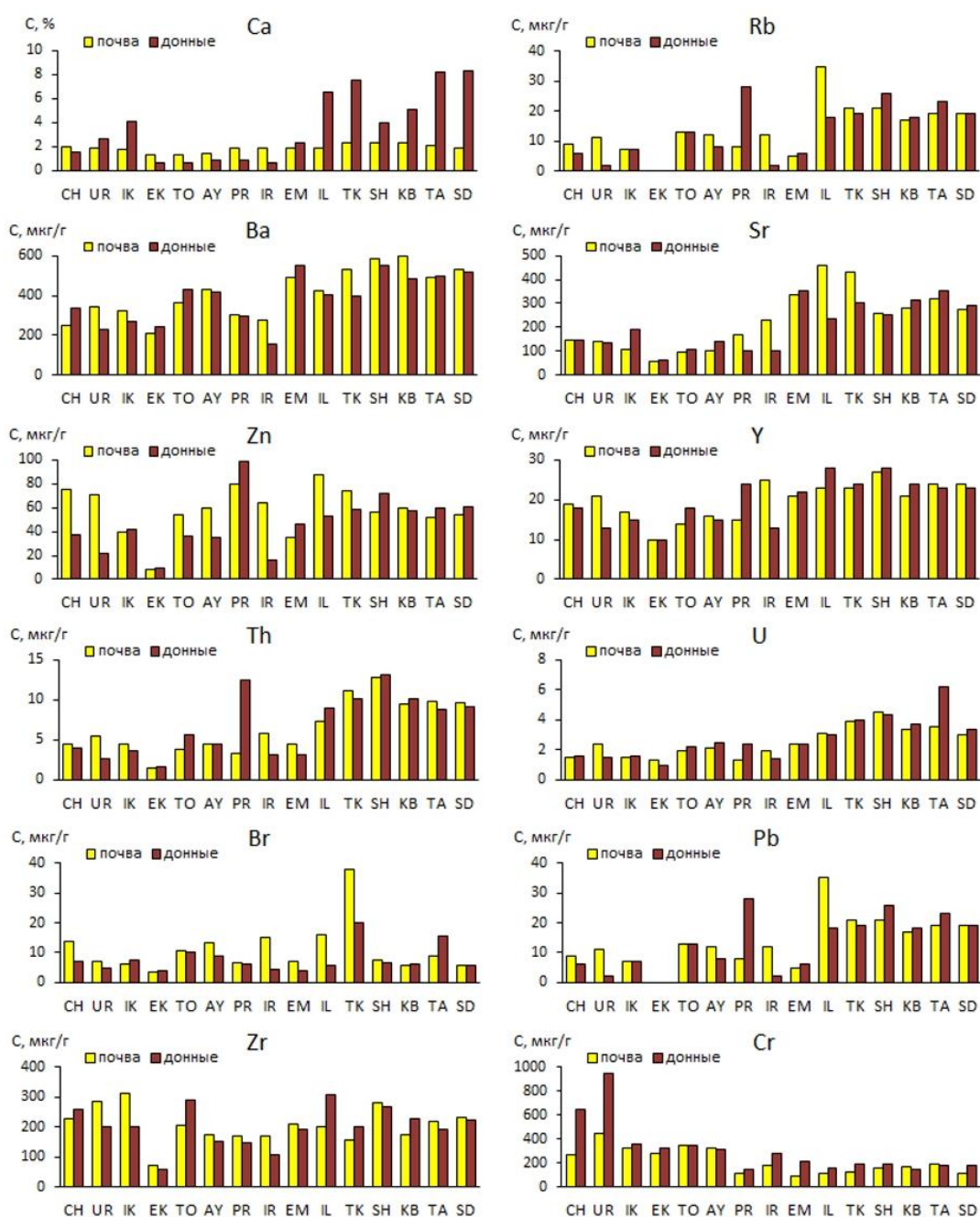


Рисунок 4 - Концентрации отдельных элементов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (данные РФА, 27-я экспедиция)

В весенний период наибольшее содержание отдельных элементов установлено (по данным РФА) в донных отложениях следующих рек, мкг/г:

- р. Чаган: Cr – 647;
- р. Урал: Cr – 947, Ni – 75;
- р. Тобол: Ni – 71, Zr – 290, Mo – 3.2;
- р. Иртыш (PR): K – 3.34%, Ti – 0.43 %, V – 140, Fe – 5.67%, Ni – 73, Cu – 50, Zr – 292, Zn – 99, Pb – 15, Ga – 20.8, As – 17.6, Rb – 156; Pb – 28, Th – 12.4;
- р. Эмель: Ti – 0.43%, Fe% – 3.39, Ga – 13.3, As – 17.9, Sr – 352, Mo – 5.1, Ba – 547;
- р. Или: Ca – 6.5%, Ti – 0.39, Y – 28, Zr – 307;
- р. Текес: Ca – 7.5 %, Br – 20, Th – 10, U – 4.0;
- р. Шу: K – 2.27 %, Fe – 3.2%, Zn – 72, Rb – 114, Y – 28, Ba – 547, Pb – 26, Th – 13.2, U – 4.3;
- р. Карабалта: V – 130, Fe – 3.4 %, As – 19.5, Sr – 315, Mo – 3.1, Th – 10.2, U – 3.7;
- р. Талас: Ca – 8.2 %, Cu – 29, Zn – 60, Br – 15.5, Sr – 351, Ba – 494, Pb – 23, U – 6.2;
- р. Сырдарья: Ca – 8.3 %, Zn – 61, Sr – 290, Ba – 517, Pb – 19, U – 3.4.

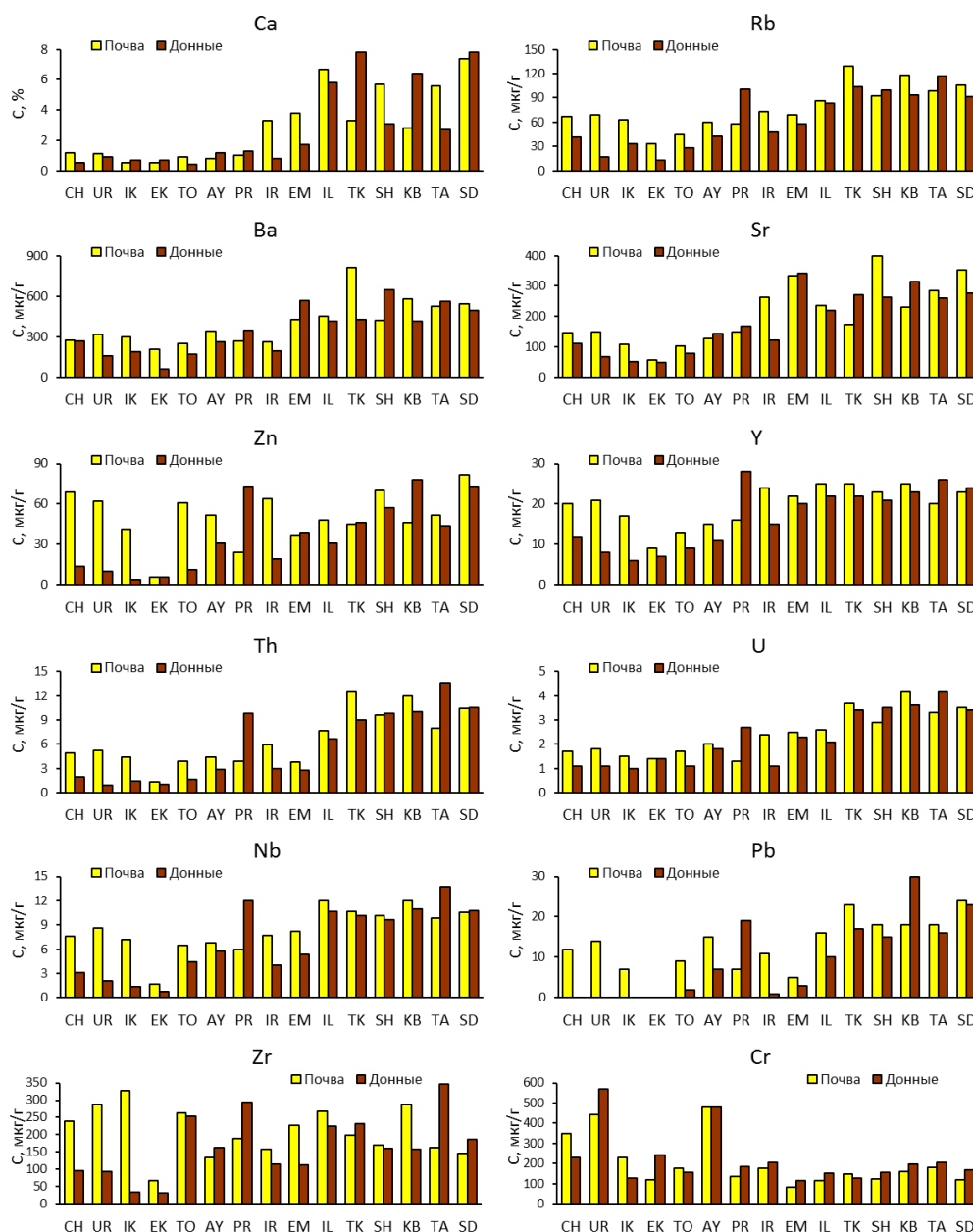


Рисунок 5 - Содержание отдельных элементов в почве и донных отложениях на контрольных пунктах трансграничных рек Казахстана (данные РФА, 28-я экспедиция)

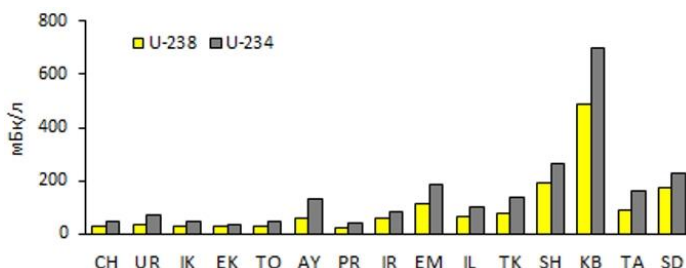
В осенний период наибольшее содержание отдельных элементов установлено (по данным РФА) в донных отложениях следующих рек:

- р. Урал: Cr – 570 мкг/г;
- р. Аят: Cr – 480 мкг/г;
- р. Тобол: Zr – 254 мкг/г;
- р. Иртыш (Павлодарская область): Ti – 0.4 %, Ni – 53 мкг/г, Cu – 30 мкг/г, Zn – 73 мкг/г, Ga – 15.1 мкг/г, Y – 28 мкг/г, Zr – 293 мкг/г;
- р. Эмель: Sr – 341 мкг/г, Ba – 570 мкг/г;
- р. Или: Ca – 5.8 %;

- р. Текес: К – 2.16 %, Са – 7.8 %, Rb – 104 мкг/г;
- р. Шу: К – 2.25 %, Fe – 3.87 мкг/г, Ni – 47 мкг/г, Zn – 57 мкг/г, Ga – 13.6 мкг/г, As – 19.9 мкг/г, Rb – 100 мкг/г, Ba – 647 мкг/г;
- р. Карабалта: Fe – 3.71 %, Ni – 63 мкг/г, Cu – 38 мкг/г, Zn – 78 мкг/г, Br – 18.8 мкг/г, Sr – 315 мкг/г, Pb – 30 мкг/г;
- р. Талас: К – 2.42 %, Rb – 117 мкг/г, Y – 26 мкг/г, Zr – 347 мкг/г, Mo – 2.3 мкг/г, Ba – 559 мкг/г, Th – 13.6 мкг/г, U – 4.2 мкг/г;
- р. Сырдарья: Са – 7.8 %, Ni – 47 мкг/г, Cu – 32 мкг/г, Zn – 73 мкг/г, Pb – 23 мкг/г.

Из приведенных данных следует, что в отчетный период наиболее загрязненными химическими элементами в весенний и осенний сезоны являлись русла следующих рек: р. Иртыш (PR) – источником загрязнения, вероятнее всего, являются хранилища отходов промышленных предприятий Восточно-Казахстанской области; 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 6 в виде графиков представлены значения концентрации изотопов урана U-238 и U-234 в водах всех контролируемых трансграничных рек Казахстана весной и осенью 2020 г. Видно, что наибольшие значения концентрации этих радионуклидов соответствуют рекам Южного и Юго-Восточного Казахстана: р. Шу, р. Эмель, р. Сырдарья и, особенно, р. Карабалта. Тем не менее, необходимо отметить, что их содержание по радиационному признаку не представляет опасности для живых организмов и окружающей среды, поскольку наибольшее значение концентрации радионуклида U-234 в р. Карабалта весной (942 мБк/л) и осенью (1003 мБк/л) 2020 г. составляют незначительную долю (0.336 и 0.358, соответственно) от санитарного норматива РК «Уровень вмешательства» для этого радионуклида в воде (2.8 Бк/л). Вместе с тем, учитывая значительное количество радиоактивных отходов, наработанных специализированными предприятиями (Кара-Балта, Ак-Тюз, Востокредмет и др.), находящимися в бассейнах этих рек, необходим постоянный контроль радионуклидного и элементного состава их вод.



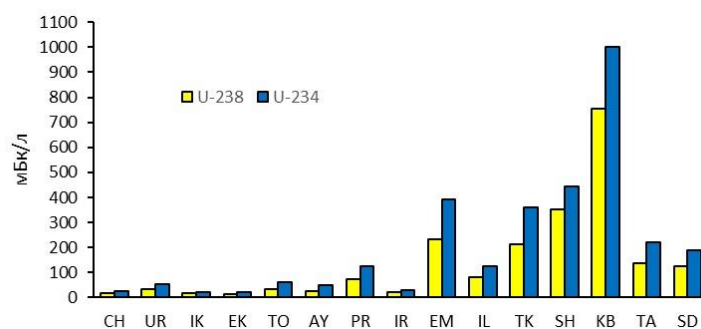


Рисунок 6 - Результаты радиохимического анализа проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (вверху) и осенью (внизу) 2020 г.

Результаты микроэлементного анализа методами МС-, АЭС-ИСП и НАА проб воды, отобранных весной и осенью 2020 г. на всех КП (Приложения 17,18, 23, 24), показали, что воды многих рек содержат в себе изученные элементы на уровне, соответствующем их естественной распространенности. Вместе с тем, можно отметить, что наибольшее содержание U (до 60.8 мкг/л), Мо (до 37.1 мкг/л), Sr (до 5380 мкг/л) и значительное Ba (до 89.2 мкг/л) наблюдается в водах рек Южного и Юго-Восточного Казахстана: р. Эмель, р. Шу, р. Карабалта, р. Сырдарья (рисунки 7, 8).

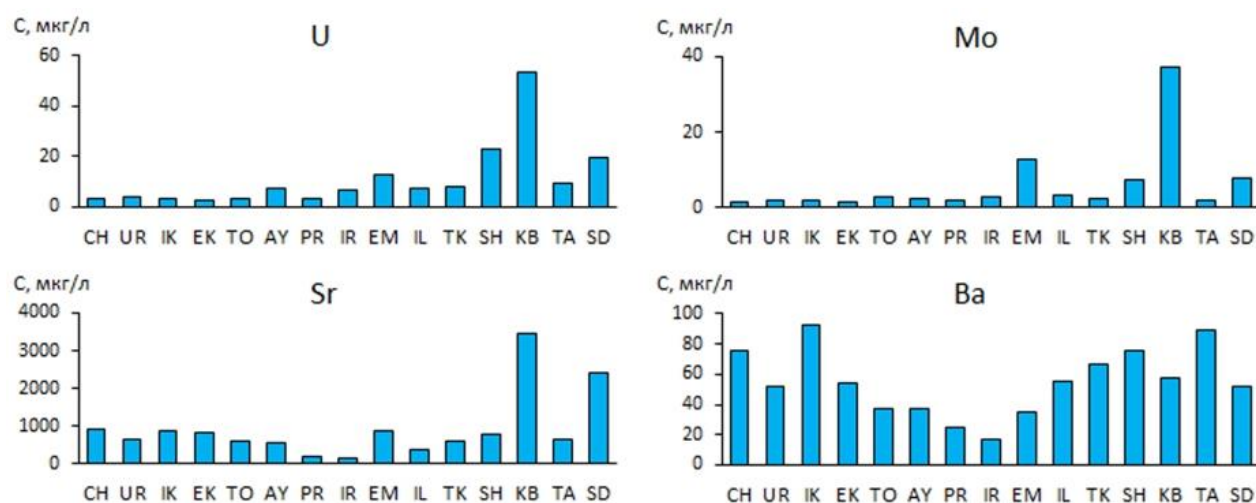


Рисунок 7 - Содержание U, Мо, Sr, Ba в водах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (данные МС-, АЭС-ИСП, 27-я экспедиция)

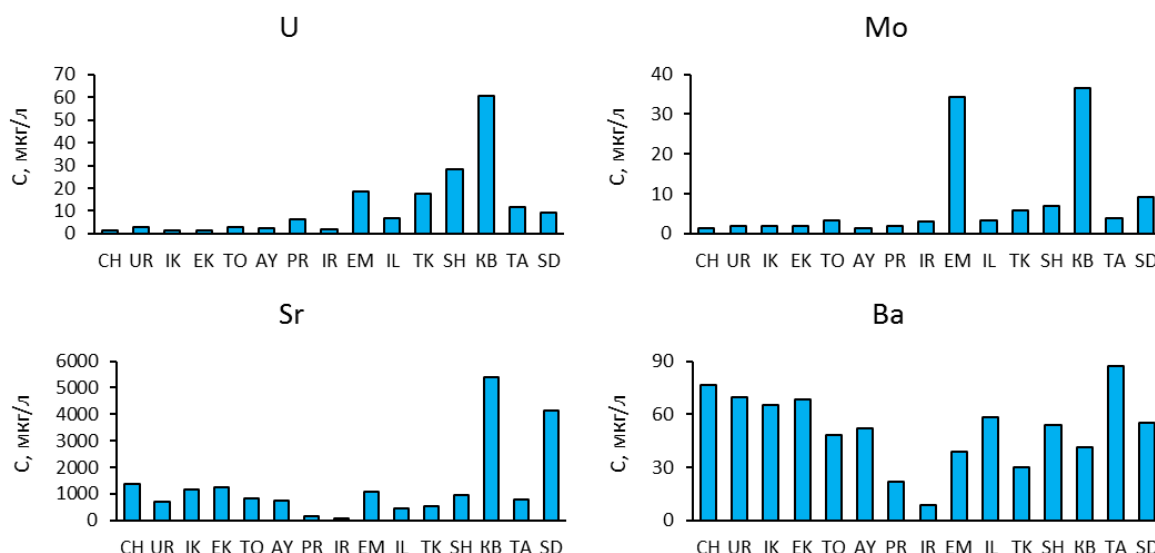


Рисунок 8 - Содержание U, Mo, Sr, Ba в водах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (данные МС-, АЭС-ИСП, 28-я экспедиция)

По данным МС-, АЭС-ИСП установлено, что в весенний период воды следующих рек содержат в себе большие значения концентрации элементов-примесей, отдельные из которых сопоставимы со значениями ПДК_{РК} [Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к водоемным объектам, 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, Fourth Edition, World Health Organization. 2017. 631 p.], мкг/л :

- р. Шаган (CH): Cu (ПДК_{РК} = 1000, ПДК_{ВОЗ} = 2000) – 10,
В (ПДК_{РК} = 500, ПДК_{ВОЗ} = 2400) – 209,
Ba (ПДК_{РК} = 100, ПДК_{ВОЗ} = 700) – 75.6,
Li (ПДК_{РК} = 30) – 52.7,
Ca (ПДК нет) – 98 мг/л ,
Mg (ПДК нет) – 50 мг/л ;
- р. Илек (IK): Ag (ПДК_{РК} = 50, ПДК_{ВОЗ} = 2) – 1.27,
Ni (ПДК_{РК} = 100, ПДК_{ВОЗ} = 70) – 10.5,
Ba (ПДК_{РК} = 100) – 92.2,
Cr (ПДК_{РК}, Cr^{6+} = 50, ПДК_{ВОЗ} = 50) – 10.4,
Li – 32.6,
Mn (ПДК_{РК} = 100, ПДК_{ВОЗ} = 400) – 22.8,
Zn (ПДК_{РК}, Zn^{2+} = 5000, ПДК_{ВОЗ} = 10) – 13.6,
Ca – 95.8 мг/л ;
- р. Илек (EK): As (ПДК_{РК} = 50, ПДК_{ВОЗ} = 10) – 3.16,
Co (ПДК_{РК} = 100 мкг/л) – 0.68,

- Ni – 11.3,
P (ПДК_{РК}, фосфор элементарный = 0.1 мкг/л) – 2120,
V (ПДК_{РК}, = 100 мкг/л) – 3.38,
B – 235, Cr – 18.9, Li – 32.8, Zn – 9.12, Ca – 95.3 мг/л,
K – 13.1 мг/л;
- р. Иртыш (PR): Pb (ПДК_{РК} = 30, ПДК_{ВОЗ} = 10) – 1.03,
Al (ПДК_{РК}, Al³⁺ = 500 мкг/л) – 117,
Fe – 158;
 - р. Эмель (EM): Mo – 13,
Sb (ПДК_{РК} = 50, ПДК_{ВОЗ} = 20) – 1.28,
U (ПДК_{ВОЗ} = 30) – 13.0;
 - р. Или (IL): Ce (ПДК нет) – 0.47, La – 0.25, Nd – 0.2, Pb – 1.01,
Al – 115, Fe – 133;
 - р. Шу (SH): Ba – 76.2, U – 23.2;
 - р. Карабалта (KB): As – 5.34, Mo – 37.3, Sb – 0.68, U – 53.3, V – 4.41,
Al – 61.8, B – 254, Li – 44.5, Sr (ПДК_{РК} = 7000) – 3441, Ca – 114 мг/л, K – 10.1 мг/л, Mg – 89.8 мг/л;
 - р. Талас (TA): Cu – 7.65, Pb – 1.27, Ba – 89.2, Fe – 566, Zn – 12.6;
 - р. Сырдарья (SD): Co – 0.46, U – 19.5, Sr – 2410, Mg – 57.2.

В осенний период воды следующих рек содержат в себе отдельные элементы-примеси на уровне их концентраций, близких к значению ПДК:

- р. Чаган (CH): As (ПДК_{РК} = 50 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 10 мкг/л) – 9.57 мкг/л,
Li (ПДК_{РК} = 30 мкг/л) – 54.8 мкг/л,
P (ПДК_{РК}, фосфор элементарный = 0.1 мкг/л) – 283 мкг/л,
Ba (ПДК_{РК}, Ba²⁺ = 100 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 700 мкг/л) – 76.3 мкг/л,
Mn (ПДК_{РК} = 100 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 400 мкг/л) – 273 мкг/л,
Zn (ПДК_{РК}, Zn²⁺ = 5000 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 10 мкг/л) – 23 мкг/л;
- р. Урал (UR): Ba – 69.3 мкг/л, Zn – 15.2 мкг/л;
- р. Илек (IK): P – 9.5 мкг/л, Ba – 65.3 мкг/л, Li – 37.8 мкг/л, Zn – 13.6 мкг/л, Al (ПДК_{РК}, Al³⁺ = 500 мкг/л) – 45.5 мкг/л;
- р. Илек (ЕК): B (ПДК_{РК} = 500 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 500 мкг/л) – 404 мкг/л,
Ba – 68.5 мкг/л, Li – 40.3 мкг/л,
Cr (ПДК_{РК}, Cr⁶⁺ = 50 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 50 мкг/л) – 18.3 мкг/л;

- р. Тобол (ТО): Li – 38.9 мкг/л, Р – 165 мкг/л;
- р. Аят (АҮ): Fe (ПДК_{РК} = 300 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 2000 мкг/л) – 102 мкг/л,
Li – 28.1 мкг/л, Mn – 59.1 мкг/л, Zn – 11.6 мкг/л;
- р. Эмель (ЕМ): В – 389 мкг/л,
Мо – (ПДК_{РК} = 250 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 70 мкг/л) – 34.3 мкг/л,
Sr – 1075 мкг/л;
- р. Текес (ТК): Р – 38.2 мкг/л, Fe – 496 мкг/л, U – 17.8 мкг/л, Pb (ПДК_{РК} = 30 мкг/л, ПДК_{ВОЗ} = 10 мкг/л) – 3.87 мкг/л;
- р. Шу (SH): U (ПДК_{ВОЗ} = 30 мкг/л) – 28.2 мкг/л;
- р. Карабалта (КВ): As – 6.57 мкг/л, Fe – 106 мкг/л, Li – 73.5 мкг/л, Мо – 36.7 мкг/л, Sr – 5380 мкг/л, U – 60.8 мкг/л, Al – 31.1 мкг/л;
- р. Талас (ТА): Ba – 87.1 мкг/л, U – 11.5 мкг/л;
- р. Сырдарья (SD): В – 480 мкг/л, Li – 50.8 мкг/л, Sr – 4155 мкг/л.

Считаем необходимым еще раз отметить следующее важное обстоятельство. В нормативных документах Республики Казахстан не приведено значение ПДК для урана (как химического элемента) в воде. Вместе с тем, в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по химической опасности уран отнесен к 1-му классу и для его содержания в питьевой воде установлено значение ПДК=30 мкг/л. Принимая во внимание этот норматив, следует отметить, что (по данным анализа методами МС-, АЭС-ИСП проб воды 28-ой экспедиции, Приложение 24) содержание урана в воде реки Карабалта (60.8 мкг/л) более чем в 2 раза превышает значение ПДК=30 мкг/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

$$K_{\text{ЛПВ}} = \sum_{i=1}^n C_i / \text{ПДК}_i,$$

для которого сумма отношений обнаруженных концентраций элементов 1-го и 2-го класса опасности к значению их ПДК в воде не должна быть более 1.0. Следуя этому требованию, нами рассчитаны значения $K_{\text{ЛПВ}}$ для вод, отобранных весной и осенью во всех изученных источниках. При этом во внимание принимался ограниченный список элементов 2-го класса опасности: Al, As, В, Ba, Li, Мо, Pb, Sb, Sr. Результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Значения $K_{\text{ЛПВ}}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам Республики Казахстан (данные МС-, АЭС-ИСП), 27 экспедиция

Код пробы	Ag С/ПД К	Al С/ПД К	As С/ПД К	B С/ПД К	Ba С/ПД К	Li С/ПД К	Mo С/ПД К	Pb С/ПД К	Sb С/ПД К	Sr С/ПД К	К _{лп} в (РК)
CH- WD27	-	0.032	0.053	0.419	0.756	1.756	0.006	0.012	-	0.133	3.17
UR- WD27	-	0.015	0.029	0.200	0.523	0.395	0.008	0.016	-	0.093	1.28
IK- WD27	0.025	0.023	0.041	0.295	0.922	1.087	0.008	0.012	-	0.127	2.54
EK- WD27	-	0.084	0.063	0.470	0.546	1.094	0.006	0.026	-	0.117	2.41
TO- WD27	-	0.014	0.038	0.312	0.378	1.115	0.011	0.009	-	0.085	1.96
AY- WD27	-	-	0.023	0.197	0.375	0.359	0.009	0.026	-	0.079	1.07
PR- WD27	-	0.233	0.027	0.076	0.249	0.119	0.009	0.034	-	0.028	0.77
IR- WD27	-	0.021	0.015	0.056	0.172	0.106	0.011	0.018	0.021	0.025	0.45
EM- WD27	-	-	0.052	0.401	0.351	0.372	0.052	0.012	0.026	0.126	1.39
IL- WD27	-	0.231	0.038	0.100	0.555	0.178	0.013	0.034	-	0.051	1.20
TK- WD27	-	0.073	0.022	0.071	0.667	0.311	0.009	0.019	-	0.090	1.26
SH- WD27	-	0.039	0.050	0.221	0.762	0.309	0.029	0.008	-	0.111	1.53
KB- WD27	-	0.124	0.107	0.509	0.580	1.482	0.149	0.017	0.014	0.492	3.47
TA- WD27	-	0.045	0.025	0.141	0.892	0.230	0.008	0.042	-	0.093	1.48
SD- WD27	-	0.024	0.042	0.416	0.519	0.890	0.032	0.024	-	0.344	2.29
ПДК, мкг/л	50	500	50	500	100	30	250	30	50	7000	

Таблица 2 - Значения $K_{ЛПВ}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам Республики Казахстан (данные МС-, АЭС-ИСП), 28 экспедиция

Код пробы	Al, С/ПДК	As, С/ПДК	Sr, С/ПДК	Mo, С/ПДК	Ba, С/ПДК	Pb, С/ПДК	Sb, С/ПДК	Li, С/ПДК	B, С/ПДК	КЛПВ (РК)
CH- WD28	0.02	0.19	0.20	0.006	0.76	0.007	-	1.83	0.62	3.6
UR- WD28	0.06	0.05	0.10	0.008	0.69	-	-	0.45	0.24	1.6
IK- WD28	0.09	0.07	0.17	0.007	0.65	-	-	1.26	0.49	2.7
EK- WD28	-	-	0.17	0.008	0.68	-	-	1.34	0.81	3.0
TO- WD28	0.03	0.12	0.12	0.013	0.48	-	-	1.30	0.45	2.5
AY- WD28	0.06	0.04	0.10	0.006	0.52	-	-	0.94	0.34	2.0
PR- WD28	0.03	0.03	0.02	0.007	0.22	-	-	0.13	0.08	0.5
IR-WD28	0.02	-	0.01	0.012	0.09	-	0.05	0.06	0.04	0.3
EM- WD28	0.01	0.07	0.15	0.137	0.39	-	0.02	0.86	0.78	2.4
IL-WD28	0.02	0.04	0.07	0.014	0.58	-	0.01	0.21	0.13	1.1
TK- WD28	0.02	-	0.08	0.024	0.30	0.129	-	0.31	0.11	1.0
SH- WD28	0.04	0.04	0.13	0.028	0.54	-	0.02	0.40	0.32	1.5
KB- WD28	0.06	0.13	0.77	0.147	0.41	-	0.01	2.45	0.77	4.7
TA- WD28	0.04	0.03	0.11	0.016	0.87	-	0.02	0.37	0.18	1.6
SD- WD28	-	0.07	0.59	0.036	0.55	-	-	1.69	0.96	3.9
ПДК, мкг/л	500	50	7000	250	100	30	50	30	500	

Для сравнения такие же расчеты выполнены по значениям ПДК_{ВОЗ} для следующих элементов 1-го и 2-го класса опасности: As: В, Ba, Mo, Pb, Sb, U (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 - Значения $K_{ЛПВ}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам ВОЗ (данные МС-, АЭС-ИСП), 27 экспедиция

Код пробы	Ag С/ПДК	As С/ПДК	B С/ПДК	Ba С/ПДК	Mo С/ПДК	Pb С/ПДК	Sb С/ПДК	U С/ПДК	КЛПВ (ВОЗ)
CH- WD27	-	0.264	0.087	0.108	0.021	0.036	-	0.107	0.62
UR- WD27	-	0.143	0.042	0.075	0.028	0.049	-	0.145	0.48
IK- WD27	0.637	0.204	0.061	0.132	0.027	0.036	-	0.117	1.21
EK- WD27	-	0.316	0.098	0.078	0.022	0.077	-	0.093	0.68
TO-	-	0.190	0.065	0.054	0.041	0.027	-	0.105	0.48

WD27									
AY- WD27	-	0.113	0.041	0.054	0.033	0.079	-	0.241	0.56
PR- WD27	-	0.137	0.016	0.036	0.031	0.103	-	0.101	0.42
IR- WD27	-	0.077	0.012	0.025	0.040	0.055	0.052	0.221	0.48
EM- WD27	-	0.262	0.084	0.050	0.186	0.036	0.064	0.433	1.11
IL- WD27	-	0.189	0.021	0.079	0.046	0.101	-	0.249	0.68
TK- WD27	-	0.109	0.015	0.095	0.033	0.056	-	0.269	0.58
SH- WD27	-	0.252	0.046	0.109	0.103	0.025	-	0.774	1.31
KB- WD27	-	0.534	0.106	0.083	0.533	0.050	0.034	1.778	3.12
TA- WD27	-	0.127	0.029	0.127	0.027	0.127	-	0.319	0.76
SD- WD27	-	0.211	0.087	0.074	0.113	0.073	-	0.649	1.21
ПДК, мкг/л	2	10	2400	700	70	10	20	30	

Таблица 4 - Значения $K_{\text{ЛПВ}}$ вод трансграничных рек Казахстана по нормативам ВОЗ (данные МС-, АЭС-ИСП), 28 экспедиция

Код пробы	Ba, С/ПДК	Pb, С/ПДК	U, С/ПДК	Sb, С/ПДК	As, С/ПДК	Mo, С/ПДК	B, С/ПДК	$K_{\text{ЛПВ}}$ (ВОЗ)
CH-WD28	0.11	0.02	0.05	-	0.96	0.02	0.13	1.29
UR-WD28	0.10	-	0.09	-	0.23	0.03	0.05	0.50
IK-WD28	0.09	-	0.04	-	0.35	0.03	0.10	0.61
EK-WD28	0.10	-	0.04	-	-	0.03	0.17	0.34
TO-WD28	0.07	-	0.10	-	0.60	0.05	0.09	0.91
AY-WD28	0.07	-	0.07	-	0.19	0.02	0.07	0.42
PR-WD28	0.03	-	0.21	-	0.16	0.03	0.02	0.45
IR-WD28	0.01	-	0.06	0.13	-	0.04	0.01	0.25
EM-WD28	0.06	-	0.61	0.06	0.35	0.49	0.16	1.73
IL-WD28	0.08	-	0.22	0.04	0.22	0.05	0.03	0.64
TK-WD28	0.04	0.39	0.59	-	-	0.09	0.02	1.13
SH-WD28	0.08	-	0.94	0.05	0.21	0.10	0.07	1.45
KB-WD28	0.06	-	2.03	0.03	0.66	0.52	0.16	3.46
TA-WD28	0.12	-	0.38	0.04	0.16	0.06	0.04	0.80
SD-WD28	0.08	-	0.31	-	0.34	0.13	0.20	1.06
ПДК, мкг/л	700	10	30	20	10	70	2400	

Результаты, представленные в Таблицах 1-4, свидетельствуют о том, что по показателю $K_{\text{ЛПВ}}$ воды трансграничных рек РК находятся в критическом состоянии. По нормативам РК показатель $K_{\text{ЛПВ}}$ для вод этих рек весной на 13-ти контрольных пунктах (КП) и осенью – на 13-ти КП из 15-ти превышает санитарное значение 1.0. По нормам ВОЗ превышение показателя $K_{\text{ЛПВ}}$ наблюдается весной на 5-ти пунктах, а осенью на 6-ти КП трансграничных рек Казахстана. При этом существенный вклад в показатель $K_{\text{ЛПВ}}$ вносит уран. Существенное различие в показателях $K_{\text{ЛПВ}}$ 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).

К изложенному следует добавить, что по данным элементного анализа, полученным методом РФА, послойных проб почвы, отобранных в процессе 21-ой и 22-ой экспедиций, было установлено изменение концентрации хрома по мере продвижения в глубину почвы на побережье р. Урал (UR). В связи с этим, по согласованию заказчика и исполнителя, было принято решение о необходимости продолжения изучения характера его распределения (как по глубине, так и по площади) на берегу этой реки. Для этого, в процессе 27-ой и 28-ой экспедиций, были заложены 4 шурфа глубиной до 1 м, из которых были отобраны пробы почвы по следующим 11 слоям, см: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100. При этом, основной шурф «А» был заложен на месте отбора проб почвы. Второй шурф «В» был размещен на расстоянии ~ 50 м от шурфа «А» выше по течению и вдоль р. Урал, третий шурф «С» – также на расстоянии 50 м от шурфа

«А» вдоль р. Урал, но ниже по течению. Четвертый шурф «D» был заложен на расстоянии 50 м от шурфа «А» в направлении, противоположном р. Урал.

Результаты анализа методом РФА этих проб почвы, отобранных весной и осенью 2020 г. (25 и 26 экспедиции) представлены в Приложениях 25 и 26.

На рисунке 9 приведено распределения Cr по глубине почвенного слоя в каждом из четырех шурфов в весенний и осенний сезоны 2020 г.

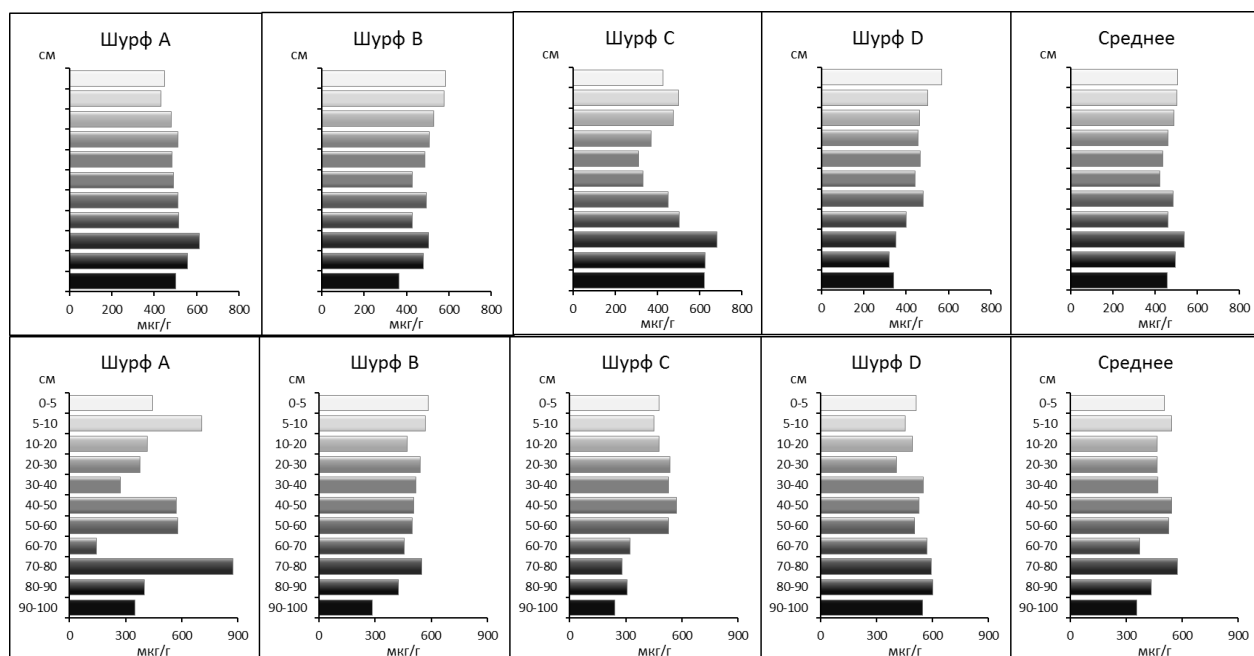


Рисунок 9 – Распределение хрома по глубине почвенного слоя в отдельных шурфах на берегу р. Урал весной (вверху) и осенью (внизу) 2020 г.

Кроме того, на основе полученных данных нами рассчитаны средние значения концентрации хрома для слоев почвы 10-40 см, 40-70 см, 70-100 см и 0-100 см (для каждого шурфа в отдельности). Результаты выполненных расчетов, а также данные о содержании этого элемента в слоях почвы 0-5 см и 5-10 см и средние значения (по всем 4-м шурфам) концентрации Cr в каждом из этих слоев почвы, представлены в таблице 5 (весна) и таблица 6 (осень).

Таблица 5 - Результаты определения содержания хрома в пробах прибрежной почвы, отобранных методом шурфа, на р. Урал весной 2020 г. (27 экспедиция), мкг/г

Слой почвы, см	Шурф А	Шурф В	Шурф С	Шурф D	Среднее по всем шурфам
0 - 5	450	583	426	568	507 ± 80
5 - 10	430	576	498	501	501 ± 60
10 - 40	493	507	384	462	462 ± 55
40 - 70	506	449	428	441	456 ± 34
70 - 100	557	449	642	337	496 ± 133
0 - 100	504	489	481	435	477 ± 30

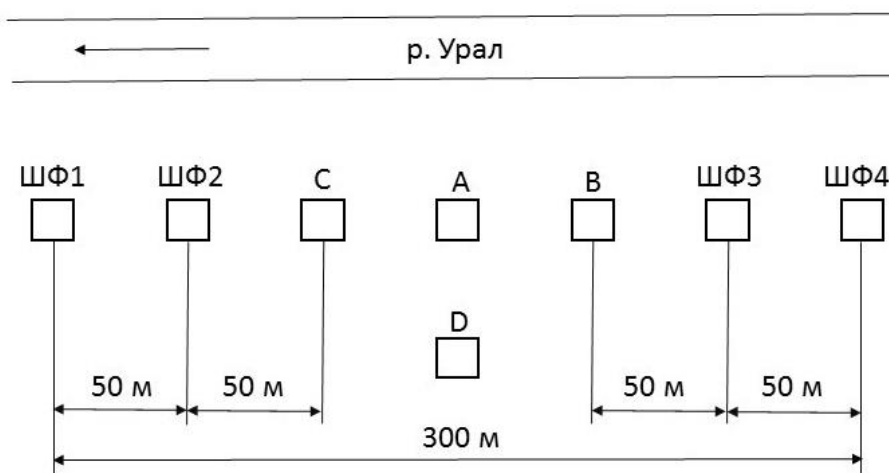
Таблица 6 – Результаты определения содержания хрома в пробах прибрежной почвы, отобранных методом шурфа, на р. Урал осенью 2020 г. (28-я экспедиция), мкг/г

Слой почвы, см	Шурф А	Шурф В	Шурф С	Шурф D	Среднее по всем шурфам
----------------	--------	--------	--------	--------	------------------------

Слой почвы, см	Шурф А	Шурф В	Шурф С	Шурф D	Среднее по всем шурфам
0-5	443	586	479	510	505±43
5-10	708	570	450	455	546±86
10-40	357	512	516	484	467±53
40-70	432	487	474	534	482±30
70-100	542	419	276	581	455±98
0-100	468	492	430	524	479±28

Из рисунка 9 и данных таблиц 5 и 6 следует, что наибольшее среднее значение концентрации Сг для всей обследованной территории (515 мкг/г) соответствует верхнему слою почвы 0-10 см. Эта особенность дает основание для предположения о том, что на этой территории происходит загрязнение её поверхности воздушным путем. Целесообразно продолжить этот эксперимент и, в случае подтверждения выявленной особенности, необходимо выяснить источник этого загрязнения.

Желательно продолжить это исследование весной и осенью 2021 г. Для этого в процессе 29-ой и 30-ой экспедиций нужно заложить 4 шурфа глубиной до 1 м, из которых отобрать пробы почвы по следующим 11 слоям, см: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100. Отбор проб почвы из шурфов ШФ1, ШФ2, ШФ3, ШФ4 предлагаем провести в соответствии со схемой, представленной на рисунке 10. Продолжение исследования в соответствии с этим планом будет способствовать выявлению источников и пониманию механизмов, сформировавших аномальное содержание хрома на этой территории.



Шурфы: А, В, С, D – места отбора проб почвы в 2020 г.
Шурфы: ШФ1, ШФ2, ШФ3, ШФ4 – места отбора проб почвы в 2021 г.

Рисунок 10 – Схема отбора послойных проб почвы в 2021 г.

Считаем также целесообразным ввести в систему мониторинга ещё один контрольный пункт в дельте р. Урал (ниже г. Атырау) являющейся местом обитания рыбы ценной породы, в первую очередь – осетрового вида. Не исключено, что причиной их гибели в 2019 г. могли послужить залповые выбросы отходов с большой концентрацией токсичных элементов. Учитывая сложившуюся напряжённую экономическую ситуацию в стране, вызванную COVID-19, финансовый вопрос, связанный с увеличением объема аналитических работ из-за

введения в систему мониторинга этого дополнительного контрольного пункта, может быть разумно обсужден и согласован.

Основные результаты и выводы

1. Методом инструментальной гамма-спектрометрии (ИГС) выполнен радионуклидный анализ образцов почвы, донных отложений, а также растворимых и нерастворимых компонентов образцов воды, отобранных на 15-ти КП в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г.
2. Методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) выполнено определение элементного состава образцов почвы и донных отложений, отобранных на 15-ти КП в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г.
3. Методом нейтроноактивационного анализа (НАА) выполнено определение элементного состава образцов почвы и донных отложений, а также растворимых (WD) и нерастворимых (WS) компонентов образцов воды, отобранных на 15-ти КП в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г.
4. Методом радиохимического анализа (РХА) определены концентрации радионуклидов U-234, U-238 и Ra-226 в растворимых компонентах (WD) образцов воды, отобранных на 15-ти КП в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г.
5. Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (МС-, АЭС-ИСП) выполнен элементный анализ растворимых (WD) компонентов образцов воды, отобранных на 15-ти КП в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной (27-я экспедиция) и осенью (28-я экспедиция) 2020 г.
6. На основе новых данных, полученных методом ИГС, подтвержден ранее сделанный вывод о том, что среди мониторинговых КП наибольшие значения концентрации естественных радионуклидов соответствуют почвам и донным отложениям рек Южного и Юго-Восточного Казахстана: Текес, Или, Шу, Карабалта, Талас, Сырдарья. Кроме того, значительное содержание ЕРН обнаружено в донных отложениях р. Иртыш (PR) близ границы с Россией. На этом КП содержание в донных отложениях практически всех ЕРН семейств ^{238}U и ^{232}Th примерно в 2 раза больше, чем в верховьях этой реки на контрольном пункте IR. Это означает, что р. Иртыш загрязняется этими ЕРН на территории Казахстана.
7. На основе новых данных, полученных методами РФА и НАА, подтвержден ранее сделанный вывод о том, что наибольшее содержание щелочных и щелочноземельных элементов (K, Ca, Rb, Cs, Sr, Ba) наблюдается в почве и донных отложениях рек Южного и Юго-Восточного Казахстана. В донных отложениях, отобранных в р. Иртыш на контрольном пункте PR, обнаружено наличие в повышенных (в 2-4 раза больше, чем на контрольном пункте IR)

концентрациях более 20-ти элементов, включая РЗМ и такие токсичные элементы, как As, Zn, Sb, U. Показано также, что наиболее загрязненными химическими элементами являются русла рек Иртыш (Павлодарская область), р. Шу, р. Карабалта, р. Талас и р. Сырдарья. Для выявления источников и выяснения механизмов загрязнения всех этих рек необходимо проведение специальных дополнительных исследований.

8. На основе новых данных, полученных методом радиохимического анализа (РХА), подтвержден ранее сделанный вывод о том, что наибольшее значение содержания изотопов урана U-234 и U-238 соответствует водам рек Южного, Восточного и Юго-Восточного Казахстана: р. Карабалта, р. Шу, р. Эмель, р. Сырдарья. Вместе с тем, показано, что по радиационному признаку это загрязнение не представляет опасности для живых организмов и окружающей среды.
9. На основе новых данных, полученных методами НАА и МС-, АЭС-ИСП, подтвержден ранее сделанный вывод о том, что водам рек Южного и Юго-Восточного Казахстана (Эмель, Шу, Карабалта и Сырдарья) соответствует значительное содержания таких токсичных элементов, как Li, B, Sr, As, Mo и U. Установлено также, что, в соответствии с нормативами РК, показатель суммарной токсичности речных вод на многих контрольных пунктах превышает нормативное значение, предусмотренное Санитарными правилами РК. Такие воды не могут быть использованы для питья без согласования с соответствующими надзорными органами РК.
10. Методом РФА определен элементный состав проб почвы, отобранных (шурфы) весной и осенью на 4-х участках побережья р. Урал. Во всех изученных пробах почвы установлено повышенное содержание хрома. Из литературных источников известно, что Cr на этой территории находится в опасной для окружающей среды и живых организмов шестивалентной форме. Установлено также, что этот элемент сосредоточен в верхнем слое почвы, т.е. можно предположить, что эта территория загрязняется хромом воздушным путем. Для выяснения природы и механизмов, сформировавших выявленные аномалии, намечен план продолжения этого исследования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Результаты гамма-спектрометрического анализа проб почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-S27	17.9±2.7	21.9±3.3	13.1±1.4	12.4±1.5	154.8±21.7	25.3±2.5	33.7±6.1	25.5±2.6	27.8±4.6	23.9±2.4	0.9±0.2	1.7±0.8	580±52	2.0±0.3
UR-S27	31.8±3.0	24.8±3.5	14.4±1.6	13.4±1.6	99±13.9	25±2.5	27±4.9	25.9±2.6	24.5±4.1	24.5±2.5	1.5±0.2	2.8±0.8	554±49	7.2±0.4
IK-S27	19.4±1.8	23.6±2.3	14.7±1.6	13.6±1.6	67.9±9.5	25.4±2.5	25.7±4.6	24.5±2.5	22.4±3.7	22.5±2.3	0.9±0.1	0.9±0.5	527±47	7.8±0.3
EK-S27	13.7±2.2	11.5±2.5	7±0.8	5.6±0.7	26.4±3.7	10.6±1.5	12.0±2.4	8.6±0.9	10.1±1.7	6.6±0.7	0.6±0.2	1.3±0.7	365±32	< 0.3
TO-S27	22.2±2.5	18.4±3.1	14.6±1.6	11.9±1.4	54.3±7.6	18.6±1.9	22.9±4.1	18.9±1.9	12.2±2	17.9±1.8	1.0±0.2	1.7±0.7	323±29	2.8±0.3
AY-S27	19.0±2.3	28.6±3.2	17.2±1.9	15.2±1.8	46±6.4	21.6±2.2	29.2±5.3	23.2±2.3	27.1±4.5	21.2±2.1	0.9±0.2	< 1.1	358±32	4.2±0.3
PR-S27	17.6±2.4	20.8±3.4	14.6±1.6	13.3±1.6	38.1±5.3	24.8±2.5	24.7±4.4	25.2±2.5	24±4	21.4±2.1	0.8±0.2	< 1.2	521±46	4.3±0.4
IR-S27	24.3±2.0	26.8±2.4	22.9±2.5	19.6±2.4	49.8±7	29.9±3	30.3±5.5	31.9±3.2	30.9±5.1	31±3.1	1.1±0.1	2.0±0.5	542±48	4.6±0.3
EM-S27	21.2±1.8	20.6±2.1	17.9±2	15.9±1.9	40.2±5.6	22.2±2.2	21.4±3.9	22.3±2.2	25.4±4.2	20.6±2.1	1.0±0.1	1.7±0.5	663±59	0.5±0.2
IL-S27	32.1±3.2	31.8±3.8	27.5±3	23.6±2.8	96.7±13.5	39.6±4	42.4±7.6	34.1±3.4	36.5±6.1	29.3±2.9	1.5±0.2	2.9±0.9	576±51	3.8±0.4
TK-S27	44.4±3.7	43.1±4.3	28.8±3.2	28.1±3.4	60.9±8.5	52.9±5.3	51.8±9.3	46.2±4.6	47.3±7.9	47.8±4.8	2.1±0.3	2.3±0.9	753±67	< 0.4
SH-S27	49.4±2.4	57.2±3.0	44±4.8	39.9±4.8	73.6±10.3	62.1±6.2	59±10.6	57.3±5.7	55±9.2	56.9±5.7	2.3±0.2	3.4±0.6	739±66	0.5±0.2

KB-S27	41.9±3. 2	39.1±3. 8	33.2±3. 7	29.8±3. 6	60.2±8.4	46.9±4. 7	43.5±7. 8	45.1±4. 5	39.4±6. 6	43.7±4. 4	1.9±0. 2	2.6±0. 8	713±6 3	1.0±0. 3
TA-S27	34.6±2. 1	30.6±2. 5	26.1±2. 9	24.4±2. 9	37.4±5.2	44.6±4. 5	40.7±7. 3	44.1±4. 4	41.3±6. 9	42.5±4. 3	1.6±0. 2	1.1±0. 5	688±6 1	0.4±0. 2
SD-S27	38.1±3. 1	37.1±3. 8	30.5±3. 4	28±3.4	59.5±8.3	42.9±4. 3	43.4±7. 8	41.5±4. 2	42.2±7	42.1±4. 2	1.8±0. 2	1.5±0. 8	543±4 8	< 0.4

**Результаты гамма-спектрометрического анализа проб почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-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
CH-S28	20.0±3.7	21.1±7.5	13.3±1.5	16.4±2	139±19	24.6±2.5	27.2±4.9	24.3±2.4	24±4	26.1±2.6	0.95±0.46	< 2.7	594±53	2.7±0.4
UR-S28	25.7±3.8	24.2±7.5	20.2±2.2	16.4±2	142±20	32.1±3.2	28.6±5.1	27.3±2.7	22±3.7	27.8±2.8	1.18±0.47	< 2.6	573±51	14.1±0.6
IK-S28	24.1±3.6	23.9±6.9	15.7±1.7	12.7±1.5	101±14	24.1±2.4	32.9±5.9	22.5±2.3	24.5±4.1	22.9±2.3	1.10±0.43	3.4±1.5	453±40	10.2±0.5
EK-S28	8.8±3.0	22.0±6.3	11.6±1.3	8.1±1	17.7±2.5	10±1	8.2±1.5	8.4±0.8	5.7±0.9	7.8±0.8	< 0.62	< 2.2	372±33	0.5±0.3
TO-S28	14.1±3.6	43.7±7.5	16.2±1.8	14.5±1.7	49.4±6.9	25.7±2.6	33.8±6.1	23.8±2.4	22.6±3.8	26.8±2.7	< 0.74	< 2.6	394±35	14.7±0.6
AY-S28	24.4±3.7	22.6±7.2	20.5±2.3	19.3±2.3	77.9±10.9	27.3±2.7	24.4±4.4	25.6±2.6	25.9±4.3	25.4±2.5	1.15±0.44	< 2.5	498±44	13.5±0.6
PR-S28	15.5±3.4	17.2±6.6	13.4±1.5	11.2±1.3	41.4±5.8	22.4±2.2	23.9±4.3	21±2.1	18±3	21.5±2.2	0.99±0.41	2.5±1.4	482±43	1.9±0.3
IR-S28	25.6±3.5	42.8±6.9	29.3±3.2	28.2±3.4	65.8±9.2	29.8±3	21±3.8	29±2.9	36.1±6	31.4±3.1	1.16±0.42	< 2.3	540±48	6.8±0.4
EM-S28	22.8±3.5	22.6±6.7	19.4±2.1	18.1±2.2	44.2±6.2	21.1±2.1	27.1±4.9	20.2±2	15±2.5	22.4±2.2	1.07±0.41	< 2.3	583±52	< 0.5
IL-S28	27.1±3.7	39.9±7.1	27.4±3	28.9±3.5	61±8.5	36.6±3.7	39.3±7.1	38.4±3.8	37.8±6.3	39.1±3.9	1.23±0.43	< 2.5	626±56	0.8±0.3
TK-S28	40.2±4.0	43.2±7.4	31.5±3.5	33.3±4	71.6±10	51.1±5.1	39.9±7.2	45.3±4.5	48.2±8	50.4±5	1.86±0.46	4.2±1.5	856±76	< 0.5
SH-S28	32.5±4.0	38.6±7.8	31.9±3.5	32.2±3.9	127±18	45.2±4.5	36.4±6.6	42.7±4.3	37.5±6.3	48.7±4.9	1.49±0.48	< 2.7	716±64	15.6±0.6
KB-S28	55.0±5.2	48.0±7.5	36.1±4	34.3±4.1	58.9±8.2	52±5.2	36±6.5	49.6±5	48.2±8	54.8±5.5	2.57±0.46	< 2.5	746±66	0.6±0.3
TA-S28	35.7±3.9	26.6±7.2	19.5±2.1	19.8±2.4	46.5±6.5	36±3.6	39±7	35.7±3.6	40.5±6.8	36.9±3.7	1.70±0.45	3.7±1.5	702±62	2.8±0.4
SD-S28	43.1±4.1	48.1±7.8	33.3±3.7	28.8±3.5	47.8±6.7	49.3±4.9	47.1±8.5	42.1±4.2	45±7.5	48.6±4.9	1.99±0.48	< 2.6	655±58	< 0.6

**Результаты гамма-спектрометрического анализа проб донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-B27	22.4±1.8	19.7±2.2	15.8±1.7	12.9±1.5	43.4±6.1	24.7±2.5	26.1±4.7	21.6±2.2	20.8±3.5	21.7±2.2	1.0±0.1	1.4±0.5	549±49	1.3±0.2
UR-B27	15.6±1.5	15.3±2.0	10.3±1.1	8±1	27.1±3.8	12.4±1.1	14.3±2.6	13.8±1.4	15.1±2.5	13.2±1.3	0.8±0.1	1.0±0.5	321±29	0.2±0.1
IK-B27	17.8±2.3	26.3±3.3	13.1±1.4	11.5±1.4	54.6±7.6	18.7±1.8	25.5±4.6	17.9±1.8	19.4±3.2	17.5±1.8	0.8±0.2	< 1.1	416±37	< 0.3
EK-B27	11.0±1.4	10.8±1.9	6.0±1.2	5.4±0.6	25±3.5	8.7±1.0	10±1.8	9.1±0.9	7.5±1.2	9.2±0.9	0.6±0.1	< 0.7	409±36	0.7±0.1
TO-B27	21.0±1.8	26.8±2.3	16.1±1.8	15.2±1.8	35.3±4.9	27.2±2.7	30.4±5.5	27.1±2.7	28.2±4.7	27.2±2.7	1.0±0.1	1.3±0.5	379±34	0.9±0.2
AY-B27	27.3±1.9	28.2±2.4	18.6±2	16.5±2	40.3±5.6	23.9±2.4	24.5±4.4	22.5±2.3	22.7±3.8	22±2.2	1.3±0.1	1.2±0.5	393±35	0.3±0.1
PR-B27	36.3±3.3	42.8±4.1	20.9±2.3	20.7±2.5	48.4±6.8	55.4±5.5	58±10.4	56.3±5.6	52.7±8.8	51.6±5.2	1.7±0.2	2.3±0.9	1174±104	< 0.4
IR-B27	11.4±2.0	15.3±2.7	7.3±0.8	6.6±0.8	24.8±3.5	18.2±1.8	15.8±2.8	15.1±1.5	11.3±1.9	14.7±1.5	0.6±0.2	< 1.1	367±33	0.4±0.2
EM-B27	23.8±2.5	24.1±3.1	14.8±1.6	14.4±1.7	22.9±3.2	19.5±2	20.4±3.7	18.2±1.8	18.3±3	18.1±1.8	1.1±0.2	1.6±0.7	641±57	0.3±0.2
IL-B27	37.1±3.3	32.0±3.8	29.7±3.3	28.2±3.4	63.9±8.9	49.8±5	53.4±9.6	44.6±4.5	41.9±7	41.4±4.1	1.7±0.2	< 1.3	625±56	1.0±0.2
TK-B27	47.6±2.5	45.6±3.0	30.9±3.4	29.3±3.5	88.6±12.4	56.2±5.6	55.3±1.0	51.2±5.1	52.2±8.7	52.5±5.3	2.2±0.2	3.4±0.7	661±59	2.8±0.2
SH-B27	59.2±2.6	49.5±3.0	43.2±4.8	43±5.2	82.4±11.5	71±7.1	72.3±1.3	65.9±6.6	67.2±11.2	63.1±6.3	2.8±0.2	3.7±0.6	754±67	0.8±0.2
KB-B27	46.9±3.4	38.5±3.8	35.5±3.9	30.6±3.7	61±8.5	44.9±4.5	41.5±7.5	46.3±4.6	46.9±7.8	46.2±4.6	2.1±0.2	1.7±0.8	679±60	0.8±0.2

TA-B27	65.1±3. 8	50.5±4. 4	26.4±2. 9	25.5±3. 1	74.1±10. 4	56.1±5. 6	51.9±9. 3	50.5±5. 1	47.1±7.8	50.1±5	3.0±0. 3	< 1.3	601±53	2.7±0. 3
SD-B27	38.4±3. 1	37.4±3. 8	31±3.4	28.5±3. 4	59.9±8.4	43.6±4. 4	44±7.9	42.1±4. 2	42.9±7.2	42.7±4. 3	1.8±0. 2	1.5±0. 8	551±49	< 0.4

**Результаты гамма-спектрометрического анализа проб донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-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
CH-B28	12.5±2.2	11.7±4.4	7.3±0.8	6.4±0.8	16.8±2.4	8.9±0.9	9.8±1.8	9±0.9	6.3±1.1	9.1±0.9	0.65±0.27	2.0±1.0	397±35	< 0.3
UR-B28	11.9±2.2	< 7.2	8.3±0.9	6.9±0.8	16.7±2.3	13.9±1.4	6±1.1	7.7±0.8	11.5±1.9	9±0.9	0.67±0.27	< 1.6	203±18	0.7±0.2
IK-B28	9.7±2.2	< 7.1	5.1±0.6	4.2±0.5	16.9±2.4	6±0.6	6.5±1.2	6.3±0.6	10.2±1.7	5.7±0.6	0.49±0.27	< 1.6	327±29	0.4±0.2
EK-B28	10.3±2.1	17.9±4.4	9.5±1	9.8±1.2	25.5±3.6	8±0.8	11.3±2	5.5±0.6	8.4±1.4	6.2±0.6	0.45±0.27	< 1.5	188±17	< 0.3
TO-B28	11.6±2.3	9.3±4.4	9.4±1	10.3±1.2	19.2±2.7	20.8±2.1	18.8±3.4	16.3±1.6	13.5±2.3	21.1±2.1	0.66±0.27	< 1.6	268±24	< 0.4
AY-B28	28.7±3.0	20.8±5.2	12.2±1.3	13±1.6	52.3±7.3	28.7±2.9	20±3.6	24.5±2.5	27.9±4.7	28.5±2.9	1.26±0.32	< 1.8	414±37	1.6±0.3
PR-B28	31.6±2.7	36.7±5.1	24.3±2.7	21.2±2.5	62.7±8.8	42.7±4.3	40.1±7.2	40.4±4	42.8±7.1	42.6±4.3	1.54±0.31	2.8±1.1	652±58	< 0.4
IR-B28	11.5±2.3	16.5±4.6	16±1.8	16.6±2	24±3.4	17.7±1.8	16.5±3	17±1.7	15.9±2.7	17.3±1.7	0.68±0.28	< 1.6	408±36	< 0.4
EM-B28	15.9±2.3	18.3±4.5	13.3±1.5	12.3±1.5	21.1±3	13.9±1.4	19.1±3.4	13.8±1.4	8.3±1.4	13.6±1.4	0.86±0.28	< 1.6	637±57	< 0.3
IL-B28	33.1±2.7	29.7±4.9	30.2±3.3	31.7±3.8	38.7±5.4	39±3.9	34.8±6.3	35.8±3.6	39.1±6.5	36.3±3.6	1.46±0.30	< 1.7	646±57	< 0.4
TK-B28	43.4±3.9	42.1±5.5	33.2±3.7	35.5±4.3	71.4±10	50.1±5	53.4±9.6	46.3±4.6	45.9±7.7	49.2±4.9	1.97±0.34	3.9±1.1	719±64	1.7±0.3
SH-B28	39.3±2.8	34.0±5.0	34.1±3.8	32.7±3.9	50.6±7.1	44.1±4.4	36.1±6.5	41.6±4.2	44.3±7.4	44.2±4.4	1.85±0.31	< 1.7	787±70	0.6±0.2
KB-B28	39.9±4.4	43.5±8.7	16.8±1.8	22.6±2.7	71.5±10	45.6±4.6	40.7±7.3	43.2±4.3	45.5±7.6	53.7±5.4	1.80±0.54	3.7±1.8	579±52	7.4±0.5
TA-B28	56.9±5.0	48.2±5.4	41.2±4.5	38.4±4.6	81.3±11.4	56±5.6	57.2±10.3	52.9±5.3	54.3±9	56.8±5.7	2.58±0.33	3.3±1.1	780±69	< 0.4
SD-B28	41.6±2.8	39.0±5.3	30.3±3.3	29.9±3.6	73.2±10.2	48.2±4.8	56.6±10.2	47±4.7	47.6±7.9	47.8±4.8	1.96±0.32	< 1.8	560±50	0.6±0.2

**Результаты определения методом РФА элементного состава образцов почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-S27	1.97±0.0 2	1.6±0. 1	0.327±0.00 4	90±12	270±6	0.08±0.0 1	2.67±0.0 3	43±1	24±1	75±7	8.4±0.4	12.6±0.4
UR-S27	1.85±0.0 3	1±0.1	0.392±0.00 4	90±12	450±7	0.05±0.0 1	2.76±0.0 3	70±2	30±1	71±7	9.7±0.4	10.1±0.4
IK-S27	1.78±0.0 3	0.6±0. 1	0.328±0.00 4	70±12	326±7	0.05±0.0 1	1.93±0.0 2	40±1	18±1	40±6	7.2±0.4	10.3±0.4
EK-S27	1.29±0.0 3	0.7±0. 1	0.087±0.00 3	20±11	274±6	0.02±0.0 1	0.85±0.0 1	39±1	6±1	8±4	1.5±0.3	7.3±0.4
TO-S27	1.27±0.0 3	1±0.1	0.298±0.00 4	80±12	344±7	0.05±0.0 1	2.25±0.0 3	68±2	20±1	54±6	5.7±0.4	12.2±0.4
AY-S27	1.4±0.03	0.9±0. 1	0.309±0.00 4	80±12	328±7	0.06±0.0 1	2.59±0.0 3	70±2	23±1	60±6	7.3±0.4	13.1±0.4
PR-S27	1.81±0.0 3	1.3±0. 1	0.248±0.00 4	60±12	112±6	0.04±0.0 1	1.69±0.0 2	20±1	18±1	80±7	8.1±0.4	8.1±0.4
IR-S27	1.88±0.0 2	2.8±0. 1	0.364±0.00 4	100±12	174±7	0.06±0.0 1	3.21±0.0 4	47±2	32±1	64±7	12.2±0.4	11.2±0.4
EM-S27	1.88±0.0 3	4.1±0. 2	0.343±0.00 4	110±12	84±6	0.04±0.0 1	2.42±0.0 3	23±1	13±1	35±6	10.8±0.4	13.6±0.4
IL-S27	1.83±0.0 2	7.2±0. 2	0.305±0.00 4	100±12	112±7	0.06±0.0 1	2.68±0.0 3	26±2	28±1	87±7	8.8±0.4	15±0.5
TK-S27	2.34±0.0 2	7.5±0. 2	0.281±0.00 4	60±12	123±6	0.07±0.0 1	2.88±0.0 3	32±2	31±1	74±7	11.7±0.4	18.6±0.5
SH-S27	2.26±0.0 3	4±0.2	0.36±0.004	120±13	160±7	0.06±0.0 1	3.06±0.0 3	36±2	21±1	56±6	12.6±0.4	13.5±0.5
KB-S27	2.26±0.0 3	3.3±0. 2	0.37±0.004	150±13	162±7	0.06±0.0 1	3.72±0.0 4	50±2	23±1	60±7	13±0.4	19.4±0.5
TA-S27	2.09±0.0 2	6.6±0. 2	0.36±0.004	80±13	190±7	0.06±0.0 1	3.1±0.03	50±2	22±1	52±6	11.4±0.4	15.1±0.5
SD-S27	1.8±0.02	8.3±0.	0.328±0.00	90±13	112±7	0.05±0.0	2.46±0.0	31±2	21±1	54±6	9.7±0.4	14.6±0.5

		2	4			1	3					
--	--	---	---	--	--	---	---	--	--	--	--	--

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 5

Образец	Bг, мкг/г	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	Y, мкг/г	Zr, мкг/г	Mo, мкг/г	Cd мкг/г	Ba, мкг/г	Pb, мкг/г	Th мкг/г	U мкг/г
CH-S27	13.7±0.2	62±2	149±3	19±2	226±3	1.8±0.1	3.9±0.2	253±9	9±1	4.4±0.4	1.5±0.2
UR-S27	7.2±0.2	65±2	143±3	21±2	285±4	1.5±0.2	3.6±0.2	341±11	11±1	5.5±0.4	2.4±0.2
IK-S27	6.3±0.2	63±2	108±2	17±2	312±4	2.1±0.2	4.1±0.2	323±10	7±1	4.4±0.4	1.5±0.2
EK-S27	3.6±0.2	36±2	57±2	10±1	71±2	1.9±0.9	3.8±0.2	212±9	<1	1.5±0.3	1.3±0.2
TO-S27	10.8±0.2	45±2	95±2	14±1	204±3	2.6±0.1	2.3±0.2	365±11	13±1	3.8±0.4	1.9±0.2
AY-S27	13.4±0.2	53±2	102±2	16±1	175±3	2.6±0.1	3.5±0.2	429±11	12±1	4.5±0.4	2.1±0.2
PR-S27	6.8±0.2	61±2	167±3	15±1	169±3	1.2±0.1	3.6±0.2	306±10	8±1	3.3±0.4	1.3±0.2
IR-S27	15±0.2	81±3	229±4	25±2	168±3	1.5±0.1	3.6±0.2	276±11	12±1	5.8±0.4	1.9±0.2
EM-S27	6.9±0.2	69±2	337±4	21±2	211±4	1.8±0.1	3.2±0.2	488±11	5±1	4.4±0.4	2.4±0.2
IL-S27	16±0.2	77±3	457±5	23±2	199±4	3.6±0.1	3.3±0.2	423±11	35±1	7.3±0.5	3.1±0.2
TK-S27	37.9±0.3	104±3	430±5	23±2	158±3	3±0.1	3.4±0.2	529±11	21±1	11.1±0.5	3.9±0.2
SH-S27	7.4±0.2	111±3	259±4	27±2	279±4	2.2±0.2	3.4±0.2	582±11	21±1	12.8±0.5	4.5±0.3
KB-S27	5.5±0.2	98±3	279±4	21±2	176±3	2.8±0.1	2.8±0.2	594±11	17±1	9.5±0.4	3.4±0.2
TA-S27	8.7±0.2	98±3	319±4	24±2	220±4	2.3±0.2	3.3±0.2	488±11	19±1	9.8±0.5	3.5±0.2
SD-S27	5.8±0.2	83±3	275±4	24±2	233±4	1.7±0.2	3.6±0.2	529±11	19±1	9.6±0.5	3±0.2

**Результаты определения методом РФА элементного состава образцов почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-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
CH-S28	2.1±0.03	1.2±0.1	0.337±0.004	110±12	349±7	0.074±0.005	2.78±0.03	45±1	22±1	69±6	9±0.4	13±0.4
UR-S28	1.81±0.03	1.1±0.1	0.382±0.004	110±12	443±7	0.051±0.005	2.92±0.03	79±2	28±1	62±6	9.3±0.4	10.2±0.4
IK-S28	1.81±0.03	0.5±0.1	0.305±0.004	60±12	231±6	0.046±0.004	1.75±0.02	36±1	17±1	41±6	7±0.4	11.6±0.4
EK-S28	1.22±0.03	0.5±0.1	0.06±0.003	<10	120±6	0.014±0.003	0.58±0.01	14±1	5±1	6±4	1.4±0.3	6.1±0.4
TO-S28	1.36±0.03	0.9±0.1	0.314±0.004	60±12	177±6	0.052±0.005	1.68±0.02	30±1	17±1	61±6	5.7±0.4	9.7±0.4
AY-S28	1.71±0.03	0.8±0.1	0.348±0.004	110±12	480±7	0.084±0.005	3.06±0.04	57±2	27±1	52±6	8±0.4	13.8±0.4
PR-S28	1.78±0.03	1±0.1	0.228±0.004	50±12	136±6	0.031±0.004	1.46±0.02	23±1	10±1	24±5	7.5±0.4	10±0.4
IR-S28	1.8±0.02	3.3±0.2	0.321±0.004	100±12	176±6	0.054±0.005	2.87±0.03	49±2	28±1	64±7	11.1±0.4	12±0.4
EM-S28	1.91±0.03	3.8±0.2	0.334±0.004	110±12	84±6	0.043±0.005	2.44±0.03	22±1	14±1	37±6	11.1±0.4	14.4±0.4
IL-S28	1.9±0.02	6.7±0.2	0.334±0.004	120±13	117±7	0.05±0.005	2.7±0.03	35±2	16±1	48±6	11±0.4	12.3±0.5
TK-S28	2.65±0.03	3.3±0.2	0.286±0.004	70±13	148±7	0.041±0.005	3.36±0.04	37±2	24±1	45±6	12.8±0.4	21.1±0.5
SH-S28	2.17±0.02	5.7±0.2	0.345±0.004	130±12	125±7	0.063±0.005	3.3±0.04	42±2	33±1	70±7	12.4±0.4	14.1±0.5
KB-S28	2.47±0.03	2.8±0.2	0.283±0.004	50±12	159±7	0.046±0.005	2.65±0.03	36±2	13±1	46±6	12.5±0.4	14±0.5
TA-S28	2.12±0.02	5.6±0.2	0.328±0.004	120±12	181±7	0.055±0.005	2.85±0.03	53±2	21±1	52±6	11.6±0.4	14.3±0.5

SD-S28	2.15±0.0 2	7.4±0. 2	0.336±0.00 4	140±13	120±7	0.064±0.00 5	3.42±0.0 3	48±2	34±1	82±7	13.6±0.5	18.1±0.5
--------	---------------	-------------	-----------------	--------	-------	-----------------	---------------	------	------	------	----------	----------

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 6

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
CH-S28	11.8±0.2	67±2	147±3	20±2	239±3	7.6±0.9	1.9±0.2	3.9±0.2	276±10	12±1	4.9±0.4	1.7±0.2
UR-S28	10±0.2	69±2	148±3	21±2	286±4	8.6±0.8	1.7±0.2	3.4±0.2	318±11	14±1	5.2±0.4	1.8±0.2
IK-S28	5.8±0.2	63±2	108±2	17±2	327±4	7.2±0.9	2±0.2	3.8±0.2	300±10	7±1	4.4±0.4	1.5±0.3
EK-S28	3.4±0.2	33±2	56±2	9±1	68±2	1.7±0.6	<1	4.1±0.2	206±9	<1	1.4±0.3	1.4±0.2
TO-S28	8.4±0.2	45±2	103±2	13±1	263±4	6.5±0.8	1.9±0.2	4±0.2	247±10	9±1	3.9±0.4	1.7±0.2
AY-S28	10±0.2	60±2	126±3	15±1	134±3	6.8±0.8	2.3±0.1	2.4±0.2	341±11	15±1	4.4±0.3	2±0.2
PR-S28	4.9±0.2	58±2	150±3	16±1	189±3	6±0.8	1.4±0.1	3.3±0.2	270±10	7±1	3.9±0.4	1.3±0.2
IR-S28	10.9±0.2	73±2	263±4	24±2	158±3	7.7±0.9	1.7±0.1	4±0.2	259±11	11±1	5.9±0.4	2.4±0.2
EM-S28	6.5±0.2	69±2	335±4	22±2	228±4	8.2±0.9	2±0.2	3.6±0.2	429±11	5±1	3.8±0.5	2.5±0.2
IL-S28	4.9±0.2	86±3	235±4	25±2	267±4	12±1	2±0.2	3.6±0.2	453±11	16±1	7.7±0.5	2.6±0.2
TK-S28	8.6±0.2	129±3	173±3	25±2	199±3	10.7±1	2.5±0.1	3.7±0.2	811±11	23±1	12.6±0.4	3.7±0.2
SH-S28	11±0.2	93±3	400±5	23±2	171±3	10.2±1	2±0.1	3.5±0.2	423±11	18±1	9.6±0.5	2.9±0.2
KB-S28	4.5±0.2	118±3	230±4	25±2	288±4	12±1	2±0.2	3.7±0.2	582±11	18±1	12±0.5	4.2±0.3
TA-S28	10.5±0.2	99±3	286±4	20±2	162±3	9.8±0.9	2.3±0.1	3.8±0.2	523±11	18±1	8±0.4	3.3±0.2
SD-S28	13.4±0.2	106±3	354±4	23±2	146±3	10.6±1	1.6±0.1	3.7±0.2	541±11	24±1	10.4±0.4	3.5±0.2

**Результаты определения методом РФА элементного состава образцов донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-B27	1.76±0.0 3	1.5±0. 1	0.304±0.00 4	70±12	647±8	0.04±0.0 1	2.22±0.0 3	53±2	15±1	37±6	7.6±0.4	11.5±0.4
UR-B27	1.2±0.03	2.6±0. 1	0.256±0.00 4	50±12	947±8	0.03±0.0 1	1.67±0.0 2	75±2	13±1	22±5	4.6±0.4	9±0.4
IK-B27	1.36±0.0 2	4.1±0. 2	0.245±0.00 4	60±12	359±7	0.08±0.0 1	1.81±0.0 2	52±1	13±1	42±6	5.3±0.4	8.6±0.4
EK-B27	1.55±0.0 3	0.6±0. 1	0.093±0.00 3	30±11	325±7	0.02±0.0 1	0.79±0.0 1	43±1	6±1	10±4	2.6±0.3	5.8±0.4
TO-B27	1.4±0.03	0.6±0. 1	0.378±0.00 4	90±12	351±7	0.07±0.0 1	2.44±0.0 3	71±2	16±1	36±6	8±0.4	12±0.4
AY-B27	1.46±0.0 3	0.8±0. 1	0.358±0.00 4	80±12	313±7	0.06±0.0 1	2.86±0.0 4	51±2	19±1	35±6	7±0.4	13.8±0.4
PR-B27	3.34±0.0 3	0.9±0. 1	0.43±0.004	140±12	142±7	0.04±0.0 1	5.67±0.0 7	73±2	50±1	99±8	20.8±0.5	17.6±0.5
IR-B27	1.44±0.0 3	0.6±0. 1	0.164±0.00 3	50±11	275±6	0.03±0.0 1	1.57±0.0 2	45±1	8±1	16±5	5.7±0.4	7.3±0.4
EM-B27	1.93±0.0 3	2.3±0. 1	0.432±0.00 4	110±13	214±7	0.05±0.0 1	3.39±0.0 4	41±2	19±1	46±6	13.3±0.4	17.9±0.5
IL-B27	1.92±0.0 2	6.5±0. 2	0.389±0.00 4	100±13	155±7	0.06±0.0 1	2.99±0.0 3	35±2	18±1	53±6	11.6±0.4	14.9±0.5
TK-B27	2.11±0.0 2	7.5±0. 2	0.314±0.00 4	100±12	191±7	0.06±0.0 1	2.72±0.0 3	37±2	24±1	58±6	11.5±0.4	15.1±0.5
SH-B27	2.27±0.0 3	4±0.2	0.36±0.004	110±13	191±7	0.05±0.0 1	3.2±0.04	38±2	25±1	72±7	13.2±0.4	13.3±0.5
KB-B27	2.06±0.0 2	5.1±0. 2	0.38±0.004	130±13	148±7	0.06±0.0 1	3.4±0.04	42±2	23±1	57±7	12.7±0.4	19.5±0.5
TA-B27	1.88±0.0 2	8.2±0. 2	0.34±0.004	110±13	184±7	0.04±0.0 1	2.99±0.0 3	53±2	29±1	60±7	10.9±0.4	10.3±0.5
SD-B27	1.82±0.0	8.3±0.	0.322±0.00	80±13	175±7	0.06±0.0	2.59±0.0	42±2	25±1	61±7	10.1±0.4	14±0.5

	2	2	4			1	3					
--	---	---	---	--	--	---	---	--	--	--	--	--

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 4

Образец	Br, мкг/г	Rb, мкг/г	Sr, мкг/г	Y, мкг/г	Zr, мкг/г	Mo, мкг/г	Cd мкг/г	Ba, мкг/г	Pb, мкг/г	Th мкг/г	U мкг/г
CH-B27	6.9±0.2	57±2	147±3	18±2	258±4	2.3±0.2	3.6±0.2	335±10	6±1	4±0.4	1.6±0.2
UR-B27	4.8±0.2	34±2	138±3	13±1	199±3	1.9±0.1	3.6±0.2	229±10	2±1	2.6±0.4	1.5±0.2
IK-B27	7.3±0.2	47±2	194±3	15±1	199±3	2.1±0.1	3.8±0.2	270±10	7±1	3.6±0.4	1.6±0.2
EK-B27	4±0.2	44±2	62±2	10±1	59±2	2.1±0.9	2±0.2	241±9	<1	1.6±0.3	1±0.2
TO-B27	10±0.2	55±2	107±2	18±2	290±4	3.2±0.2	4±0.2	429±11	13±1	5.6±0.4	2.2±0.3
AY-B27	8.7±0.2	46±2	139±3	15±1	152±3	2.1±0.1	2.2±0.2	417±11	8±1	4.5±0.4	2.5±0.2
PR-B27	6.1±0.2	156±3	104±2	24±2	149±3	2.1±0.1	3±0.2	294±12	28±1	12.4±0.4	2.4±0.2
IR-B27	4.5±0.2	45±2	104±2	13±1	106±2	2.2±0.1	3.5±0.2	159±10	2±1	3.1±0.3	1.4±0.2
EM-B27	3.9±0.2	56±2	352±5	22±2	190±3	5.1±0.1	3.5±0.2	547±11	6±1	3.2±0.5	2.4±0.3
IL-B27	5.5±0.2	88±3	235±4	28±2	307±4	1.9±0.2	2.3±0.2	406±11	18±1	9±0.5	3±0.3
TK-B27	19.9±0.2	100±3	304±4	24±2	202±3	2.2±0.1	3.8±0.2	400±11	19±1	10.2±0.5	4±0.2
SH-B27	6.6±0.2	114±3	254±4	28±2	266±4	2.4±0.2	3.6±0.2	547±11	26±1	13.2±0.5	4.3±0.3
KB-B27	6±0.2	94±3	315±4	24±2	227±4	3.1±0.2	2.6±0.2	482±11	18±1	10.2±0.5	3.7±0.2
TA-B27	15.5±0.2	88±3	351±4	23±2	190±3	3.2±0.1	3.2±0.2	494±11	23±1	8.8±0.5	6.2±0.2
SD-B27	5.6±0.2	82±3	290±4	23±2	224±4	2±0.2	2.5±0.2	517±11	19±1	9.1±0.5	3.4±0.2

**Результаты определения методом РФА элементного состава образцов донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-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
CH-B28	1.51±0.0 3	0.5±0.1	0.143±0.00 3	50±11	231±6	0.025±0.00 4	1.22±0.0 2	27±1	6±1	14±5	4±0.4	9.2±0.4
UR-B28	0.74±0.0 3	0.9±0.1	0.09±0.003	43±10	570±7	0.027±0.00 4	1.05±0.0 1	46±1	10±1	10±4	1.2±0.3	10.9±0.4
IK-B28	1.15±0.0 3	0.7±0.1	0.035±0.00 3	<10	130±6	0.018±0.00 3	0.41±0.0 1	13±1	4±1	4±0.4	<1	5.4±0.4
EK-B28	0.62±0.0 3	0.7±0.1	0.043±0.00 3	<10	241±6	0.032±0.00 4	0.81±0.0 1	25±1	5±1	6±4	<1	7.4±0.4
TO-B28	1.01±0.0 3	0.4±0.1	0.194±0.00 3	10±11	156±6	<0.01	0.85±0.0 1	20±1	6±1	11±5	2.8±0.4	7.2±0.4
AY-B28	1.36±0.0 3	1.2±0.1	0.348±0.00 4	90±12	480±7	0.037±0.00 4	2.36±0.0 3	40±1	16±1	31±5	5.5±0.4	12.8±0.4
PR-B28	2.24±0.0 3	1.3±0.1	0.421±0.00 4	70±13	186±7	0.054±0.00 5	3.69±0.0 4	53±2	30±1	73±7	15.1±0.4	14±0.5
IR-B28	1.49±0.0 3	0.8±0.1	0.189±0.00 3	40±11	205±6	0.029±0.00 4	1.54±0.0 2	37±1	9±1	19±5	6.4±0.4	7.4±0.4
EM-B28	2.04±0.0 3	1.7±0.1	0.325±0.00 4	130±12	115±6	0.047±0.00 5	2.79±0.0 3	27±1	17±1	39±6	12.7±0.4	16.5±0.4
IL-B28	1.87±0.0 2	5.8±0.2	0.38±0.004	80±13	151±7	0.044±0.00 5	2.32±0.0 3	28±1	11±1	31±6	10.9±0.4	12±0.4
TK-B28	2.16±0.0 2	7.8±0.2	0.288±0.00 4	90±13	128±7	0.048±0.00 5	2.42±0.0 3	33±2	18±1	46±6	10.8±0.4	13.9±0.5
SH-B28	2.25±0.0 2	3.1±0.2	0.384±0.00 4	150±12	155±7	0.054±0.00 5	3.87±0.0 4	47±2	24±1	57±6	13.6±0.4	19.9±0.5
KB-B28	1.99±0.0 2	6.4±0.2	0.34±0.004	90±13	199±7	0.076±0.00 5	3.71±0.0 4	63±2	38±1	78±7	12.6±0.4	19±0.5
TA-B28	2.42±0.0 3	2.7±0.2	0.351±0.00 4	120±13	207±7	0.038±0.00 5	2.81±0.0 3	38±2	11±1	44±6	12.2±0.4	10.8±0.5

SD-B28	1.89±0.0 2	7.8±0. 2	0.328±0.00 4	110±13	170±7	0.075±0.00 5	3±0.03	47±2	32±1	73±7	11.1±0.4	14.9±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
CH-B28	4.5±0.2	41±2	110±2	12±1	97±2	3.1±0.7	1±0.1	3.7±0.2	265±10	<1	2±0.3	1.1±0.2
UR-B28	3.7±0.2	17±1	66±2	8±1	94±2	2.1±0.7	2±0.1	3.9±0.2	159±9	<1	0.9±0.3	1.1±0.2
IK-B28	3.9±0.2	33±2	50±2	6±1	35±1	1.4±0.6	1.3±0.1	3.4±0.2	188±9	<1	1.5±0.2	1±0.2
EK-B28	3.8±0.2	13±1	47±2	7±1	31±1	<1	1.5±0.1	3.9±0.2	59±9	<1	1±0.2	1.4±0.2
TO-B28	5.5±0.2	28±2	77±2	9±1	254±4	4.4±0.7	1.6±0.1	3.8±0.2	171±10	2±0.5	1.7±0.4	1.1±0.2
AY-B28	13±0.2	42±2	144±3	11±1	163±3	5.8±0.8	1.9±0.1	3.6±0.2	259±11	7±1	2.9±0.4	1.8±0.2
PR-B28	6.4±0.2	101±3	169±3	28±2	293±4	12±1	1.8±0.2	2.8±0.2	347±11	19±1	9.8±0.4	2.7±0.2
IR-B28	4±0.2	48±2	121±2	15±1	115±2	4±0.8	1.8±0.1	4.3±0.2	194±10	1±1	3±0.3	1.1±0.2
EM-B28	3.4±0.2	58±2	341±4	20±2	113±3	5.4±0.8	2.2±0.1	3.3±0.2	570±11	3±1	2.8±0.4	2.3±0.2
IL-B28	3.6±0.2	83±2	219±3	22±2	226±3	10.7±1	1.8±0.2	3±0.2	417±11	10±1	6.7±0.4	2.1±0.2
TK-B28	12±0.2	104±3	270±4	22±2	232±4	10.2±1	1.8±0.2	2.3±0.2	429±11	17±1	9±0.5	3.4±0.2
SH-B28	3.8±0.2	100±3	264±4	21±2	161±3	9.6±1	1.9±0.1	3.5±0.2	647±12	15±1	9.8±0.4	3.5±0.2
KB-B28	18.8±0.2	94±3	315±4	23±2	158±3	11±1	1.9±0.1	3.7±0.2	412±11	30±1	10±0.4	3.6±0.2
TA-B28	4.4±0.2	117±3	260±4	26±2	347±4	13.7±1.1	2.3±0.2	3.5±0.2	559±11	16±1	13.6±0.5	4.2±0.3
SD-B28	5.5±0.2	91±3	276±4	24±2	186±3	10.8±1	2.2±0.1	3.5±0.2	494±11	23±1	10.5±0.4	3.4±0.2

**Результаты определения методом НАА элементного состава образцов почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-я экспедиция)**

Образец	Sb, мкг/г	As, мкг/г	Ni, мкг/г	Cr, мкг/г	Co, мкг/г	Zn, мкг/г	U, мкг/г	Th, мкг/г	La, мкг/г	Ce, мкг/г	Ca, %	Fe, %	Na, %	Ba, мкг/г	Sr, мкг/г
CH-S27	0.61	10.2	28	121	11.3	63	3.8	5.4	38	77	4.2	3.1	2.3	593	248
UR-S27	0.70	4.3	78	410	12.3	76	2.1	6.5	23	53	<1	2.7	0.93	367	175
IK-S27	0.54	6.3	57	284	9.7	46	1.7	4.3	21	48	0.99	2.0	0.83	390	137
EK-S27	0.49	3.1	62	266	4.8	14	0.98	2.3	10.6	23	<1	0.85	0.34	274	44
TO-S27	0.65	5.3	57	296	13.2	64	1.3	4.6	14	38	0.84	2.3	0.33	280	102
AY-S27	0.83	7.8	98	293	15.8	72	1.7	6.0	20	53	<1	2.7	0.46	344	101
PR-S27	0.78	4.2	23	89	6.8	77	1.7	5.7	19	44	1.3	1.7	1.5	384	146
IR-S27	0.55	6.2	42	134	12.7	68	1.7	4.5	25	54	3.0	3.1	1.8	269	190
EM-S27	1.1	9.3	56	74	8.3	48	2.1	4.5	22	49	3.5	2.7	2.9	644	405
IL-S27	1.12	9.9	32	92	9.7	103	3.2	9.8	27	55	7.2	2.7	2.0	490	448
TK-S27	0.92	11.0	41	81	10.8	86	3.1	11.6	30	62	7.1	2.7	1.4	574	484
SH-S27	0.57	6.7	41	264	10.8	81	1.5	5.3	20	41	<1	2.3	0.89	287	118
KB-S27	1.7	12.7	64	130	14.8	76	3.0	10.9	29	62	3.7	3.7	1.8	567	240
TA-S27	1.9	9.8	56	143	12.7	75	3.0	10.6	35	72	6.7	3.2	1.7	622	375
SD-S27	1.13	9.7	32	105	9.6	69	2.9	9.7	32	62	7.3	2.5	1.5	629	284

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 9

Образец	Zr, мкг/г	Rb, мкг/г	Sc, мкг/г	Cs, мкг/г	Hf, мкг/г	Ta, мкг/г	Mo, мкг/г	Br, мкг/г	Nd, мкг/г	Sm, мкг/г	Yb, мкг/г	Tb, мкг/г	Lu, мкг/г	Eu, мкг/г
CH-S27	327	109	10.4	2.0	10.3	1.12	0.73	1.7	26	6.0	3.4	0.89	0.45	1.2
UR-S27	206	65	10.2	2.9	8.3	0.70	0.43	2.6	19	4.3	2.6	0.69	0.37	1.0
IK-S27	374	67	6.7	1.9	11.5	0.71	<1	2.6	15	3.9	2.4	0.63	0.32	0.78
EK-S27	67	38	2.1	0.89	2.3	0.22	1.7	0.31	9	2.11	1.1	0.38	0.15	0.46
TO-S27	148	43	6.6	2.2	5.2	0.53	1.5	4.5	15	2.6	1.2	0.45	0.23	0.62
AY-S27	143	58	8.5	3.1	5.0	0.59	1.55	7.1	16	3.8	1.9	0.57	0.28	0.84
PR-S27	183	69	6.4	2.6	6.4	0.71	<1	2.4	17	3.9	2.6	0.74	0.39	0.94
IR-S27	146	74	12.3	1.8	4.9	0.57	<1	7.9	23	4.9	2.9	0.82	0.39	1.1
EM-S27	224	74	10.1	1.8	7.4	0.81	0.82	2.4	19	4.7	2.7	0.73	0.37	1.1

Образец	Zr, мкг/г	Rb, мкг/г	Sc, мкг/г	Cs, мкг/г	Hf, мкг/г	Ta, мкг/г	Mo, мкг/г	Br, мкг/г	Nd, мкг/г	Sm, мкг/г	Yb, мкг/г	Tb, мкг/г	Lu, мкг/г	Eu, мкг/г
IL-S27	186	71	9.4	4.5	6.0	0.87	1.51	8.8	19	4.9	2.9	0.70	0.35	1.0
TK-S27	111	101	9.5	5.5	5.0	0.78	0.89	24.4	22	4.9	2.5	0.68	0.27	1.0
SH-S27	149	53	7.4	2.5	5.8	0.47	0.48	6.6	17	3.6	2.1	0.57	0.24	0.79
KB-S27	172	98	13.0	4.7	5.9	0.86	0.34	1.0	20	4.8	2.2	0.71	0.30	1.1
TA-S27	239	98	10.5	4.3	8.3	1.01	0.60	3.8	26	5.6	2.7	0.85	0.34	1.1
SD-S27	233	88	8.7	4.21	7.4	0.96	<1	1.6	23	5.3	2.5	0.83	0.34	1.0

**Результаты определения методом НАА элементного состава образцов почвы,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	Sb, мкг/г	As, мкг/г	Ni, мкг/г	Cr, мкг/г	Co, мкг/г	Zn, мкг/г	U, мкг/г	Th, мкг/г	La, мкг/г	Ce, мкг/г	Ca, %	Fe, %	Na, %	Ba, мкг/г	Sr, мкг/г
CH-S28	0.58	8.1	52	207	12	79	1.2	6.4	22	46	1.4	2.56	1.11	356	119
UR-S28	0.74	5.8	75	399	17	71	1.7	6.9	24	52	1.05	2.7	1.13	369	165
IK-S28	0.26	2.2	<2	75	0.5	19	0.66	2.7	8	17	0.24	0.66	0.31	150	56
EK-S28	0.49	3.1	28	174	4.5	12	1.0	1.8	10	23	0.5	0.85	0.39	284	66
TO-S28	0.62	4.6	26	173	11	76	1.5	5.6	18	42	<1	1.8	0.48	348	68
AY-S28	1.1	10.0	62	265	22	66	2.4	5.9	21	52	<1	3.3	0.9	458	134
PR-S28	0.63	4.0	23	161	6.2	28	1.4	5.0	17	39	<1	1.4	1.3	304	143
IR-S28	1.0	5.6	30	67	13	74	1.9	7.0	23	55	3.9	3.1	1.4	338	247
EM-S28	0.90	7.4	20	32	7.5	37	1.8	4.4	16	36	4.2	2.4	2.1	493	330
IL-S28	1.3	8.2	34	108	9.0	54	2.7	8.9	28	61	5.8	2.6	1.7	491	237
TK-S28	1.1	12.2	52	113	10	54	3.5	11	33	75	2.9	3.4	1.8	873	134
SH-S28	1.5	8.9	50	105	14	84	3.1	11	31	67	5.7	3.4	1.33	569	493
KB-S28	1.6	7.3	41	141	9.6	56	3.7	11.4	31	68	3.6	2.9	2.31	684	261
TA-S28	1.4	8.8	62	142	11	59	2.9	8.1	27	61	5.1	2.7	1.4	606	300
SD-S28	1.1	9.0	35	92	13	84	3.3	10	30	63	7.1	3.2	1.0	671	339

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 10

Образец	Zr, мкг/г	Rb, мкг/г	Sc, мкг/г	Cs, мкг/г	Hf, мкг/г	Ta, мкг/г	Mo, мкг/г	Br, мкг/г	Nd, мкг/г	Sm, мкг/г	Yb, мкг/г	Tb, мкг/г	Lu, мкг/г	Eu, мкг/г
CH-S28	134	66	8.1	2.81	5.0	0.64	0.85	5.4	25.5	4.3	2.2	0.54	0.32	0.91
UR-S28	250	65	9.9	3.1	8.9	0.68	0.06	3.94	26	4.3	2.6	0.53	0.38	0.96
IK-S28	145	23	2.3	0.92	4.5	0.27	<1	0.74	9.7	1.49	1.1	0.28	0.17	0.27
EK-S28	75	38	2.1	0.85	1.7	0.74	<1	0.29	14	2.0	0.90	0.32	0.15	0.51
TO-S28	254	48	6.0	2.0	8.3	0.48	<1	2.9	24	2.9	1.7	0.40	0.23	0.58
AY-S28	140	73	9.7	2.9	4.2	1.27	0.52	4.3	27	4.3	1.6	0.54	0.28	0.94
PR-S28	285	55	5.3	2.1	7.0	0.56	<1	0.64	20	3.4	1.7	0.52	0.20	0.76
IR-S28	201	85	12.2	4.6	5.2	0.71	<1	5.0	29	4.8	2.6	0.86	0.31	1.14
EM-S28	232	65	9.2	2.5	7.8	0.82	0.81	1.7	20	3.7	2.5	0.64	0.28	0.87
IL-S28	295	87	9.8	4.3	8.1	0.95	1.03	0.92	28	5.0	2.9	0.82	0.34	0.98

TK-S28	212	135	9.4	6.0	5.7	0.90	<1	3.1	39	5.5	2.8	0.81	0.37	1.04
SH-S28	188	109	12.5	5.9	5.5	0.87	0.9	5.8	38	5.3	2.5	0.77	0.35	1.10
KB-S28	291	134	9.9	4.5	9.0	1.2	1.11	0.82	34	5.3	3.0	0.94	0.44	1.2
TA-S28	214	101	9.2	4.0	5.7	0.92	2.1	4.9	32	4.8	2.4	0.75	0.24	1.06
SD-S28	142	108	11.1	6.4	4.5	0.70	0.53	6.7	32	4.7	2.4	0.66	0.33	0.91

**Результаты определения методом НАА элементного состава образцов донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-я экспедиция)**

Образец	Sb, мкг/г	As, мкг/г	Ni, мкг/г	Cr, мкг/г	Co, мкг/г	Zn, мкг/г	U, мкг/г	Th, мкг/г	La, мкг/г	Ce, мкг/г	Ca, %	Fe, %	Na, %	Ba, мкг/г	Sr, мкг/г
CH-B27	1.4	6.3	46	486	11.3	42	1.5	8.7	22	46	1.3	2.2	1.3	372	148
UR-B27	0.63	5.8	67	789	9.6	34	1.1	4.8	15	35	2.0	1.8	0.90	353	155
IK-B27	1.2	5.5	53	297	8.8	47	1.4	10.9	16	33	4.2	1.8	0.85	332	216
EK-B27	0.49	3.0	63	222	5.4	16	0.97	2.4	11	25	<1	0.83	0.40	369	66
TO-B27	0.56	6.0	66	287	14.9	39	1.4	7.2	22	54	<1	2.4	0.55	349	88
AY-B27	1.3	12.5	56	291	15.4	45	2.4	4.8	19	47	1.3	2.9	0.87	360	105
PR-B27	1.0	11.9	74	109	17.5	103	2.5	5.5	29	61	1.1	5.2	0.30	317	66
IR-B27	0.77	3.7	50	199	5.7	28	1.0	6.6	17	38	0.96	1.9	1.5	213	83
EM-B27	0.90	11.5	53	140	10.6	55	2.6	7.1	20	45	<1	3.7	3.1	601	430
IL-B27	1.14	8.8	30	119	9.7	71	2.7	10.7	31	63	5.8	2.9	2.1	458	266
TK-B27	1.4	9.9	44	147	10.0	72	3.5	14.2	32	67	7.5	2.6	1.6	468	305
SH-B27	1.6	7.7	40	148	11.1	87	4.2	14.3	35	72	3.3	3.0	1.9	513	201
KB-B27	1.4	11.3	38	112	13.5	71	3.4	10.9	33	69	4.9	3.4	1.7	532	304
TA-B27	1.9	5.5	53	152	12.2	75	5.9	9.3	32	64	7.3	2.9	1.3	510	346
SD-B27	1.6	9.4	44	131	10	74	3.0	12.4	33	63	7.6	2.5	1.4	586	288

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 6

Образец	Zr, мкг/г	Rb, мкг/г	Sc, мкг/г	Cs, мкг/г	Hf, мкг/г	Ta, мкг/г	Mo, мкг/г	Br, мкг/г	Nd, мкг/г	Sm, мкг/г	Yb, мкг/г	Tb, мкг/г	Lu, мкг/г	Eu, мкг/г
CH-B27	206	52	6.9	3.9	7.2	0.52	<1	2.3	17	4.2	1.9	0.60	0.26	0.83
UR-B27	205	38	5.7	1.4	6.3	0.42	0.45	1.0	13	2.6	1.7	0.45	0.23	0.61
IK-B27	203	45	5.3	6.4	5.9	0.45	0.29	2.9	13	3.0	1.8	0.45	0.23	0.65
EK-B27	79	50	2.3	1.1	2.3	0.25	0.68	0.43	10	2.10	1.1	0.34	0.14	0.54
TO-B27	254	50	7.8	2.7	8.1	0.64	2.17	4.4	17	3.6	2.1	0.56	0.34	0.84
AY-B27	222	54	8.2	1.8	6.2	0.67	1.54	3.9	19	3.9	1.9	0.62	0.28	0.89
PR-B27	140	141	17.0	2.6	4.2	1.01	0.11	1.1	18	5.1	2.7	0.69	0.39	1.1
IR-B27	137	52	5.4	2.6	3.8	0.50	1.66	0.82	12	3.2	1.7	0.56	0.21	0.79
EM-B27	171	58	11.9	4.0	6.3	0.77	2.25	<0,2	22	4.8	3.1	0.76	0.39	1.2

IL-B27	299	81	10.7	4.25	9.3	0.99	0.45	1.7	25	5.8	3.2	0.98	0.39	1.1
TK-B27	178	97	9.2	4.7	6.2	0.90	<1	12.1	19	5.4	2.6	0.74	0.34	0.94
SH-B27	245	105	10.5	5.0	7.6	1.07	<1	2.0	23	5.6	3.2	0.85	0.38	1.1
KB-B27	210	88	12.1	4.8	7.0	0.90	3.05	1.4	23	5.4	2.8	0.77	0.32	1.2
TA-B27	174	88	10.3	4.3	6.0	0.84	2.22	8.9	19	5.4	2.7	0.76	0.31	1.1
SD-B27	227	82	8.7	9.8	6.9	0.89	<1	1.7	23	5.5	2.5	0.72	0.32	1.0

**Результаты определения методом НАА элементного состава образцов донных отложений,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	Sb, мкг/г	As, мкг/г	Ni, мкг/г	Cr, мкг/г	Co, мкг/г	Zn, мкг/г	U, мкг/г	Th, мкг/г	La, мкг/г	Ce, мкг/г	Ca, %	Fe, %	Na, %	Ba, мкг/г	Sr, мкг/г
CH-B28	0.46	7.1	43	200	10	27	0.8	3.0	13	29	<1	1.45	1.00	340	123
UR-B28	0.56	6.1	78	954	18	25	0.9	2.2	10	18	0.7	1.46	0.56	280	106.5
IK-B28	0.37	4.7	33	111	7.5	9.6	0.7	1.8	9	18	1.2	0.58	0.34	322	57
EK-B28	0.25	3.8	39	141	4.0	11	0.78	1.2	8	16	0.4	0.86	0.25	148	44
TO-B28	0.35	2.8	37	218	5.2	23	1.1	3.1	12	30	<1	1.1	0.47	296	98
AY-B28	0.71	4.9	42	361	10	40	1.5	5.4	17	38	<1	2.2	0.78	258	118
PR-B28	1.2	7.2	54	146	14	72	2.4	10	31	68	1.2	3.7	1.2	352	124
IR-B28	0.43	2.8	44	148	5.9	26	1.1	3.8	14	33	<1	1.6	1.2	186	98
EM-B28	1.0	9.8	31	79	9.1	46	1.3	3.2	16	38	2.1	3.0	2.6	596	329
IL-B28	1.0	5.5	50	118	7.0	38	2.7	7.2	24	50	4.6	2.7	2.0	449	238
TK-B28	0.69	6.5	35	97	7.6	46	3.0	9.4	29	58	6.7	2.2	1.5	517	237
SH-B28	2.1	12.6	33	115	16	68	3.39	11	30.1	68	2.69	4.2	1.94	664	240
KB-B28	1.7	11.7	60	147	16	85	3.8	10	34	69	7.45	3.6	1.07	506	356
TA-B28	1.4	5.1	34	153	9.0	54	4.7	12	38	83	2.9	3.1	2.1	590	248
SD-B28	1.2	10.1	57	143	12	75	3.4	11	31	67	7.7	3.0	1.2	610	314

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 12

Образец	Zr, мкг/г	Rb, мкг/г	Sc, мкг/г	Cs, мкг/г	Hf, мкг/г	Ta, мкг/г	Mo, мкг/г	Br, мкг/г	Nd, мкг/г	Sm, мкг/г	Yb, мкг/г	Tb, мкг/г	Lu, мкг/г	Eu, мкг/г
CH-B28	75	45	3.7	1.38	2.3	0.36	0.47	0.9	14.5	2.8	1.3	0.37	0.18	0.67
UR-B28	118	15	3.7	0.68	3.6	0.24	<1	<0,2	9.3	1.9	1.1	0.27	0.18	0.41
IK-B28	51	40	1.3	0.97	1.7	0.11	0.63	0.5	12.4	1.7	0.8	0.21	0.11	0.35
EK-B28	64	13	1.55	0.32	1.8	0.07	0.12	0.34	9	1.3	0.64	0.18	0.09	0.33
TO-B28	399	38	3.3	1.0	10.8	0.55	<1	1.6	15	2.1	1.1	0.28	0.17	0.44
AY-B28	192	41	5.3	1.1	5.3	0.42	0.90	5.9	21	2.7	1.1	0.34	0.16	0.55
PR-B28	291	97	13.5	6.4	9.0	0.96	<1	1.9	36	5.8	3.3	0.87	0.36	1.23
IR-B28	117	51	6.1	2.0	3.7	0.42	1.28	<0,2	16	2.7	1.7	0.48	0.20	0.72
EM-B28	120	63	10.1	1.6	3.7	0.41	<1	<0,2	20	3.5	2.2	0.65	0.27	1.14
IL-B28	302	89	8.8	3.0	9.1	1.27	1.54	<0,2	22	4.2	2.7	0.69	0.33	0.91

TK-B28	235	102	7.5	4.7	7.1	0.80	<1	5.4	34	4.7	2.3	0.70	0.36	0.81
SH-B28	169	104	14.9	4.7	5.5	0.79	0.8	<0,2	33	5.08	2.4	0.79	0.31	1.11
KB-B28	148	91	12.5	6.2	4.8	0.83	<1	11.2	35	5.4	2.7	0.82	0.32	1.12
TA-B28	475	123	9.4	3.9	14.7	1.53	2.3	0.66	41	5.5	3.0	0.79	0.45	1.06
SD-B28	220	101	10.1	5.4	6.0	0.89	<1	1.4	37	5.3	2.6	0.73	0.37	1.05

**Результаты гамма-спектрометрического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-WD27	14.461	17 ± 4	< 12	< 3	< 3	< 10	7.7 ± 2.8	< 10	< 1	< 13	< 3	1.9 ± 0.4	< 3	229 ± 27	< 2.5
UR-WD27	6.663	30 ± 6	< 23	< 4	< 3	< 20	12.5 ± 4.5	< 16	2.9 ± 1.1	25 ± 9	16.1 ± 3.4	2.5 ± 0.9	< 5	380 ± 43	< 1.1
IK-WD27	12.696	24 ± 3	< 9	< 2	< 2	< 10	< 3	< 7	1.4 ± 0.4	< 10	< 2	2.1 ± 0.3	< 2	139 ± 20	< 1.3
EK-WD27	10.704	15 ± 3	< 10	< 3	< 2	13.5 ± 4.6	< 5	< 8	1.9 ± 0.5	< 12	< 3	1.6 ± 0.4	< 3	472 ± 44	< 0.8
TO-WD27	7.339	28 ± 6	< 12	< 3	< 3	< 12	15.6 ± 6.1	< 13	< 1	22 ± 9	< 3	2.1 ± 0.5	< 4	211 ± 30	< 1.1
AY-WD27	7.068	47 ± 3	< 9	< 2	< 2	< 7	< 4	< 8	< 1	< 10	< 2	4.1 ± 0.3	< 2	222 ± 20	< 1.0
PR-WD27	1.996	17 ± 4	< 17	< 3	< 10	14.3 ± 4.9	9.7 ± 3.6	< 12	2.2 ± 0.8	40 ± 8	14 ± 2.6	2.1 ± 0.6	< 4	130 ± 34	< 0.8
IR-WD27	1.974	42 ± 2	< 7	< 2	< 2	< 8	< 3	< 6	1.5 ± 0.3	< 8	< 2	3.4 ± 0.3	< 2	71 ± 15	< 0.5
EM-WD27	7.883	102 ± 6	< 14	< 3	< 3	< 12	< 12	< 13	< 1	< 13	< 4	5.2 ± 0.5	< 4	< 48	< 1.9
IL-WD27	3.636	37 ± 5	< 21	< 3	< 3	17.3 ± 5.9	16 ± 3.9	< 13	< 2	31 ± 8	< 9	4.4 ± 0.7	< 4	267 ± 37	< 0.9
TK-WD27	4.319	66 ± 5	< 10	< 3	< 3	< 13	23.8 ± 4.9	< 10	< 1	< 11	< 3	4.2 ± 0.4	< 3	< 38	< 0.8
SH-WD27	5.044	160 ± 7	< 12	< 3	< 3	19.4 ± 4.6	10.5 ± 3.2	< 10	1.9 ± 0.6	< 14	< 3	10.7 ± 1.5	< 3	< 44	< 1.1
KB-WD27	13.724	375 ± 12	< 22	< 5	< 4	< 19	< 14	< 19	< 2	< 20	< 5	27.1 ± 3.0	< 5	136 ± 44	< 1.6
TA-WD27	4.202	75 ± 6	< 24	< 4	< 5	19.9 ± 6.8	13.5 ± 4.7	< 16	2.6 ± 1.1	34 ± 10	< 6	5.1 ± 0.9	< 5	104 ± 45	< 1.1
SD-WD27	10.243	169 ± 7	< 26	< 4	< 4	33 ± 9.2	< 8	< 17	< 2	< 17	11.3 ± 3.6	11.5 ± 0.8	< 6	299 ± 45	< 1.1

**Результаты гамма-спектрометрического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	V, л	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
CH- WD28	1 0	15.56	< 18	< 43	< 9	< 8	< 25	< 19	< 41	< 6	< 32	< 9	< 3	< 10	442±5 7	< 2.1
UR- WD28	1 0	8.143	31±6	< 56	< 10	11± 3	< 13	< 15	< 26	< 2	< 20	< 6	< 4	< 6	195±3 8	< 1.5
IK-WD28	1 0	21.01 6	< 13	< 29	19± 4	24± 3	< 18	< 13	< 28	< 2	< 19	< 6	< 2	< 7	203±3 7	< 1.4
EK- WD28	1 0	11.39 1	< 16	< 39	32± 5	35± 5	< 21	< 10	< 37	< 6	< 28	< 8	< 2	< 9	241±5 3	< 2
TO- WD28	1 0	11.37	< 15	< 34	< 3	< 3	< 44	< 5	< 13	< 1	< 15	< 3	< 2	< 4	188±3 5	< 1.2
AY- WD28	1 0	10.26 9	23±6	< 11	< 3	< 3	< 13	< 5	< 11	< 1	< 14	< 3	< 1	< 3	304±3 1	< 1.1
PR-WD28	1 0	2.06	< 17	< 44	< 6	< 6	< 12	< 16	< 27	< 2	< 21	< 7	< 2	< 6	255±4 2	< 1.5
IR-WD28	1 0	1.017	9±2	< 11	< 2	< 2	5.3±1. 7	< 4	< 5	1.6±0. 3	< 7	< 2	0.9±0.2	< 2	29±14	< 0.5
EM- WD28	1 0	11.00 4	144±1 5	< 12	< 3	< 3	< 11	< 5	< 11	< 1	< 12	< 3	7.8±0.4	< 3	< 45	< 0.9
IL-WD28	1 0	3.187	46±5	< 12	< 2	< 2	< 4	15.2±2	< 6	2.1±0. 4	16.5±5. 8	5.1±1. 3	4.8±0.3	< 2	613±2 0	< 1.1
TK- WD28	1 0	3.298	93±9	94±12	16± 3	21± 2	< 9	< 9	< 19	< 4	< 14	< 4	5.5±0.8	< 11	95±27	< 1.1
SH-WD28	1 0	6.196	158±1 6	< 12	< 3	< 2	< 9	12.2±2. 7	< 10	< 1	< 12	< 3	12.9±0. 4	< 3	< 43	< 0.9

KB-WD28	1 0	23.92	480±1 8	133±1 3	< 4	< 4	86±35	< 8	< 18	2.2±0. 8	< 21	< 5	25.5±2. 9	< 5	208±4 8	< 1.6
TA-WD28	1 0	4.103	45±5	67±11	< 4	< 4	< 8	< 10	< 17	< 1	< 13	< 4	3.1±0.7	< 4	66±25	< 0.9
SD-WD28	1 0	11.95 4	70±7	< 11	< 3	< 3	< 6	7.6±2.4	< 8	< 2	< 15	< 2	6.9±0.3	< 2	135±2 2	< 0.7

Результаты гамма-спектрометрического анализа нерастворимых компонентов (WS) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-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
CH-WS27	0,362	4 ± 2	< 8	< 2	< 1	8.3 ± 2.7	< 4	< 6	1.2 ± 0.4	10 ± 4	7.2 ± 1.4	< 0.5	< 2	90 ± 17	< 0.4
UR-WS27	0,383	< 1	< 3	< 1	< 1	2.7 ± 1	< 2	< 3	0.6 ± 0.2	< 4	< 1	< 0.7	< 1	22 ± 8	< 0.5
IK-WS27	0,098	< 3	< 8	4.8 ± 1	8.2 ± 0.9	< 4	< 3	< 6	1.8 ± 0.4	15 ± 4	5.7 ± 1.3	< 0.7	< 2	45 ± 17	< 0.4
EK-WS27	0,653	< 8	< 8	< 2	< 1	< 19	< 3	< 6	2.6 ± 0.4	< 7	< 2	< 0.5	< 2	< 28	< 0.5
TO-WS27	0,245	5 ± 2	< 13	< 3	< 2	7.5 ± 2.8	< 5	< 8	< 2	14 ± 5	6.8 ± 1.8	< 0.8	< 3	115 ± 23	< 0.6
AY-WS27	0,124	3 ± 1	< 4	< 1	< 1	3.8 ± 1.3	< 2	< 4	0.7 ± 0.2	8.6 ± 3.2	< 1	< 0.6	< 1	< 16	< 0.4
PR-WS27	0,109	< 1	< 3	< 1	< 1	2.8 ± 1.1	2.7 ± 0.9	< 3	1.1 ± 0.2	< 4	< 3	< 0.2	< 2	147 ± 14	< 0.3
IR-WS27	0,253	9 ± 3	< 11	< 2	< 2	6.7 ± 2.8	< 4	< 8	2.2 ± 0.6	15 ± 5	4.8 ± 1.7	< 1.4	< 4	< 36	< 0.6
EM-WS27	0,705	9 ± 2	< 6	< 2	< 2	< 4	< 5	< 6	< 1	< 7	< 2	< 0.6	< 2	< 23	< 0.5
IL-WS27	5,35	17 ± 4	< 18	7.1 ± 2.1	10.7 ± 1.8	37 ± 6.4	33.5 ± 4	21 ± 7.9	23.9 ± 2.5	42 ± 8	27.3 ± 3	< 1	< 4	473 ± 46	< 0.9
TK-WS27	0,95	7 ± 2	< 7	< 2	< 2	12.9 ± 3.3	8.6 ± 2.2	< 7	3.1 ± 0.5	13 ± 4	5.2 ± 1.6	< 0.6	< 2	< 33	< 0.9
SH-WS27	0,281	< 7	< 9	< 1	< 1	< 15	< 2	< 6	1.8 ± 0.4	< 7	< 4	< 0.8	< 2	< 26	< 0.5
KB-WS27	0,884	10 ± 2	< 4	< 1	< 1	6.3 ± 1.6	< 2	< 5	2.8 ± 0.3	< 6	< 1	< 0.5	< 1	22 ± 11	< 0.4
TA-WS27	0,35	< 5	< 9	< 1	< 1	< 13	< 2	< 4	1.6 ± 0.3	< 6	< 1	< 0.9	< 1	< 21	< 0.4
SD-WS27	0,259	5 ± 2	< 9	< 2	< 2	< 4	7.8 ± 2.4	< 8	< 1	11 ± 5	6.1 ± 1.8	< 0.8	< 3	141 ± 23	< 1

**Результаты гамма-спектрометрического анализа нерастворимых компонентов (WS) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	V, л	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
CH-WS28	10	0.061	< 12	< 11	< 3	< 2	< 31	< 5	< 11	1.4±0.6	< 14	< 3	< 1	< 9	< 53	< 1.1
UR-WS28	10	0.024	< 7	< 15	< 4	< 4	< 8	< 14	< 14	< 3	< 16	< 5	< 1	< 5	169±31	< 1.4
IK-WS28	10	0.049	< 11	< 10	< 3	< 2	< 28	< 5	< 11	< 1	< 13	< 3	< 1	< 3	< 51	< 2.1
EK-WS28	20	0.336	5±1	< 6	< 1	< 1	< 3	< 1	< 3	< 0	< 4	< 1	< 0	< 1	< 14	< 0.5
TO-WS28	20	0.162	< 2	< 6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 4	0.5±0.1	< 3	< 1	< 0	< 1	14±5	< 0.2
AY-WS28	20	0.497	5±1	< 12	3±1	< 1	5±2	< 3	< 6	1.6±0.3	< 5	< 1	< 1	< 1	37±9	< 0.3
PR-WS28	20	0.025	< 2	< 12	< 2	< 1	< 2	< 2	< 8	< 1	< 6	< 1	< 1	< 1	< 20	< 1
IR-WS28	20	0.119	< 6	< 11	< 2	< 1	29±11	< 3	< 6	1.6±0.4	< 8	3.4±1.1	< 1	< 2	< 29	< 0.6
EM-WS28	20	0.147	< 7	< 6	< 2	< 1	< 18	< 3	< 7	< 1	< 8	< 2	< 0	< 2	< 31	< 0.6
IL-WS28	20	4.389	11±3	< 15	< 1	< 1	< 16	10±1	18±3	13.5±0.4	< 6	10.8±0.9	< 1	< 1	145±13	< 0.4
TK-WS28	20	0.039	< 4	< 15	< 2	< 2	< 4	< 3	< 10	< 1	< 8	< 2	< 1	< 2	< 25	< 0.6
SH-WS28	20	0.228	8±1	< 6	< 1	< 1	< 2	< 1	< 2	0.5±0.2	< 3	< 1	< 0	< 1	< 10	< 0.4
KB-WS28	20	0.533	22±2	< 16	< 2	< 2	< 3	< 5	< 8	< 1	< 6	< 3	< 1	< 2	75±12	< 0.4
TA-WS28	20	0.243	< 4	< 5	< 2	< 1	< 2	< 2	< 6	1.2±0.3	< 5	< 2	< 0	< 1	< 15	< 0.4
SD-WS28	20	0.637	10±2	< 14	< 2	< 1	< 3	< 2	< 7	0.9±0.4	< 6	< 2	< 1	< 2	63±11	< 0.6

Результаты нейтроноактивационного анализа растворимых компонентов (WD) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-я экспедиция)

Образец	m, g	Литры	Sb, мкг/г	Sb, мкг/л	As, мкг/г	As, мкг/л	Ni, мкг/г	Ni, мкг/л	Cr, мкг/г	Cr, мкг/л	Co, мкг/г	Co, мкг/л	Zn, мкг/г	Zn, мкг/л	U, мкг/г	U, мкг/л	Th, нг/г	Th, нг/л
CH-WD27	14.461	10	0.11	0.17	1.0	1.5	1.3	1.8	1.72	1.72	0.094	0.14	2.7	3.9	1.7	2.42	<0.01	<0.014
UR-WD27	6.663	10	0.22	0.15	2.3	1.5	2.5	1.7	4.59	4.59	0.15	0.10	10.4	6.9	5.2	3.49	<0.01	<0.007
IK-WD27	12.696	10	0.14	0.18	<0.5	<0.6	4.0	5.02	10	10	0.13	0.16	46.1	58.5	1.8	2.31	<0.01	<0.013
EK-WD27	10.704	10	0.11	0.12	1.8	1.9	3.1	3.3	17.57	17.57	0.35	0.37	4.0	4	1.8	1.96	<0.01	0.011
TO-WD27	7.339	10	0.31	0.23	1.3	1.0	4.0	2.90	0.26	0.26	0.44	0.32	4.3	3.2	3.2	2.34	<0.01	<0.007
AY-WD27	7.086	10	0.27	0.19	<0.5	<0.4	3.4	2.42	0.25	0.25	0.15	0.10	4.4	3.1	7.1	5.06	<0.01	<0.007
PR-WD27	1.996	10	1.15	0.23	7.0	1.4	6.3	1.26	6.12	6.12	0.63	0.13	44.9	9.0	11.1	2.22	48	9.7
IR-WD27	1.974	10	3.64	0.72	2.7	0.52	<0.15	<0.03	6.54	6.54	0.36	0.07	14.9	2.9	27.2	5.38	53	10.5
EM-WD27	7.883	10	1.14	0.90	2.1	1.7	<0.15	<0.12	1.02	1.02	0.08	0.06	1.8	1.4	12.9	10.16	<0.01	0.008
IL-WD27	3.636	10	0.83	0.30	4.0	1.4	<0.15	<0.05	2.58	2.58	0.46	0.17	7.9	2.9	17.2	6.24	266	96.6
TK-WD27	4.319	10	0.65	0.28	2.2	0.94	<0.15	<0.06	1.62	1.62	0.30	0.13	10.3	4.4	16.5	7.12	79	34.0
SH-WD27	5.044	10	0.67	0.34	3.2	1.6	<0.15	<0.08	5.24	5.24	0.19	0.10	6.75	3.4	38.0	19.16	12.7	6.4
KB-WD27	13.724	10	0.48	0.66	3.1	4.2	<0.15	<0.21	1.22	1.22	0.14	0.20	2.9	4.0	31.5	43.29	8.2	11.3
TA-WD27	4.202	10	0.99	0.42	1.0	0.42	<0.15	<0.06	5.24	5.24	0.11	0.04	8.4	3.5	16.0	6.71	<0.01	<0.004
SD-WD27	10.243	10	0.25	0.26	1.6	1.6	<0.15	<0.15	1.7	1.7	0.062	0.06	3.2	3.3	14.0	14.38	<0.01	<0.010

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 17

Образец	Ag, мкг/г	Ag, мкг/л	Au, нг/г	Au, нг/л	La, мкг/г	La, мкг/л	Ce, мкг/г	Ce, мкг/л	Ca, %	Ca, мг/л	Fe, мкг/г	Fe, мкг/л	Na, %	Na, мг/л	Ba, мкг/г	Ba, мкг/л	Sr, мкг/г	Sr, мкг/л
CH-WD27	0.06	0.08	9.2	13.2	<0.1	<0.14	<0.5	<0.72	6.5	93.5	10	149	14.1	204	48	70	777	1124
UR-WD27	19.1	12.71	11	7.2	0.10	0.06	<0.5	<0.33	7.7	51.4	21	142	14.60	97	97	64	1262	841
IK-WD27	1.3	1.68	21	26.0	<0.1	<0.13	0.64	0.81	6.3	80.2	23	293	17.6	223	162	206	828	1051
EK-WD27	0.045	0.05	4.8	5.2	0.13	0.14	0.04	0.04	7.5	80.0	0.007	0.07	14.3	153	46	50	705	755
TO-WD27	0.05	0.04	14	10.6	<0.1	<0.07	<0.5	<0.37	7.2	52.9	28	209	15.2	112	58	43	865	635
AY-WD27	0.76	0.54	14	9.7	<0.1	<0.07	0.07	0.05	6.5	45.8	27	194	14.00	99	50	35	891	631
PR-WD27	0.09	0.02	9.4	1.9	0.27	0.05	0.29	0.06	13.6	27.1	707	1411	7.1	14	133	27	1122	224
IR-WD27	<0.02	<0.004	7.9	1.6	0.30	0.06	<0.5	<0.1	12.2	24.0	320	631	8.5	17	83	16	1031	203
EM-WD27	0.23	0.18	4.5	3.6	<0.1	<0.08	<0.5	<0.39	9.4	73.9	31	241	12.6	99	48	38	1419	1119

Образец	Ag, мкг/г	Ag, мкг/л	Au, нг/г	Au, нг/л	La, мкг/г	La, мкг/л	Ce, мкг/г	Ce, мкг/л	Ca, %	Ca, мг/л	Fe, мкг/г	Fe, мкг/л	Na, %	Na, мг/л	Ba, мкг/г	Ba, мкг/л	Sr, мкг/г	Sr, мкг/л
IL-WD27	0.02	0.01	15	5.5	0.64	0.23	0.56	0.20	14.2	51.7	890	3234	6.9	25	154	56	1180	429
TK-WD27	<0.02	<0.01	13	5.6	0.15	0.07	0.02	0.01	16.0	69.3	398	1718	4.7	20	167	72	1865	806
SH-WD27	0.34	0.17	27	13.6	<0.1	<0.05	<0.5	<0.25	13.2	66.4	110	552	8.3	42	146	74	1917	967
KB-WD27	0.11	0.15	16	21.6	<0.1	<0.14	<0.5	<0.69	7.8	106.5	28	385	11.2	154	39	53	2882	3956
TA-WD27	1.2	0.52	18	7.6	<0.1	<0.04	0.01	0.01	12.6	53.1	78	329	5.1	21	207	87	1711	719
SD-WD27	0.03	0.04	12	11.9	<0.1	<0.1	<0.5	<0.51	10.5	108.0	26	262	8.7	89	41	42	2423	2482

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 17

Образец	Zr, мкг/ г	Zr, мкг/ л	Rb, мкг/ г	Rb, мкг/ л	Sc, нг/ г	Sc, нг/л	Cs, нг/г	Cs, нг/л	Mo, мкг/ г	Mo, мкг/ л	Br, мкг/ г	Br, мкг/ л	Se, мкг/ г	Se, мкг/ л	Hf, мкг/г	Hf, мкг/ л	Re, нг/г	Re, нг/л
CH-WD27	<50	<72	0.51	0.74	2.2	3.18	<0.00 1	<0.001 4	0.4	0.65	15.8	22.8 8	<0.1	0.14	<0.01	0.01 4	<0.00 5	0.007
UR-WD27	0.9	0.60	1.29	0.86	3.0	1.98	<0.00 1	<0.000 7	1.0	0.64	6.89	4.59	0.42	0.28	<0.01	0.00 7	<0.00 5	0.003
IK-WD27	3.0	3.8	0.78	0.99	3.6	4.61	<0.00 1	<0.001 3	1.5	1.87	16.5	20.9 9	0.07	0.09	<0.01	0.01 3	<0.00 5	0.006
EK-WD27	0.44	0.47	6.7	7.19	7.8	8.30	0.022	0.024	1.4	1.47	1.97	2.10	0.32	0.34	<0.01	0.01 1	<0.00 5	0.005
TO-WD27	<50	<37	1.29	0.95	2.6	1.90	<0.00 1	<0.000 7	3.2	2.37	40.3	29.6 0	0.17	0.13	0.006 6	0.00 5	<0.00 5	0.004
AY-WD27	<50	<35	1.04	0.73	3.8	2.73	<0.00 1	<0.000 7	3.1	2.22	25.7	18.2 3	0.08	0.06	<0.01	0.00 7	<0.00 5	0.004
PR-WD27	<50	<10	4.06	0.81	56. 8	11.3 3	107	21.5	11.3	2.26	0.19	0.04	0.93	0.19	0.015	0.00 3	<0.00 5	0.001
IR-WD27	<50	<10	3.56	0.70	59. 7	11.7 8	61	12.0	8.8	1.75	<0.1	0.02	0.25	0.05	0.014	0.00 3	<0.00 5	0.001
EM-WD27	<50	<39	0.23	0.18	2.7	2.17	<0.00 1	<0.001	11.8	9.32	<0.1	0.1	1.2	0.93	<0.01	0.00 8	41	32.4
IL-WD27	<50	<18	4.45	1.62	247	89.6 5	290	105.4	3.8	1.37	0.15	0.05	<0.1	0.04	0.051	0.01 9	<0.00 5	0.002
TK-	<50	<22	1.63	0.70	50.	21.7	65	28.1	3.5	1.53	<0.1	0.0	0.12	0.05	0.012	0.00	<0.00	0.002

WD27					3	3										5	5	2
SH- WD27	<50	<25	1.59	0.80	9.8	4.97	17	8.8	7.9	3.98	<0.1	0.05	1.2	0.60	<0.01	0.00 5	<0.00 5	0.003
KB- WD27	<50	<69	0.46	0.62	3.4	4.60	<0.00 1	<0.001 4	18.5	25.3 7	<0.1	0.1	1.4	1.94	<0.01	0.01 4	<0.00 5	0.006 9
TA- WD27	<50	<21	0.71	0.30	4.9	2.08	<0.00 1	<0.000 4	3.7	1.54	5.99	2.52	1.0	0.44	<0.01	0.00 4	<0.00 5	0.002
SD- WD27	<50	<51	0.69	0.71	2.1 4	2.20	5.4	5.6	7.9	8.07	<0.1	0.1	0.90	0.92	<0.01	0.01 0	63	64.4

**Результаты нейтроноактивационного анализа растворимых компонентов (WD) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	m, g	Литры	Sb, мкг/ г	Sb, мкг/ л	As, мкг/ г	As, мкг/ л	Ni, мкг/ г	Ni, мкг/ л	Cr, мкг/ г	Cr, мкг/ л	Co, мкг/ г	Co, мкг/ л	Zn, мкг/ г	Zn, мкг/ л	U, мкг/ г	U, мкг/ л	Th, нг/г	Th, нг/л
CH-WD28	15.56	10	0.09	0.14	3.9	6.1	0.9	1.4	1.62	2.52	0.12 4	0.19	4.7	7.3	0.8	1.19	<0.0 1	<0.01 6
UR-WD28	8.143	10	0.18	0.15	1.6	1.3	1.8	1.5	2.77	2.26	0.15	0.12	6.2	5.0	2.4	1.95	<0.0 1	<0.01
IK-WD28	21.01 6	10	0.05	0.11	<0.5	<1.1	1.8	3.77	1.7	3.5	0.07	0.14	3.6	7.6	0.6	1.25	<0.0 1	<0.02
EK-WD28	11.39 1	10	0.09	0.11	<0.5	<0.6	<0.1 5	<0.1 7	10.1 2	11.5 3	0.07	0.08	1.7	2	0.8	0.90	<0.0 1	<0.01 1
TO-WD28	11.37	10	0.19	0.21	5.7	6.5	2.3	2.65	1.81	2.06	0.16	0.19	4.4	5.0	3.0	3.44	<0.0 1	<0.01 1
AY-WD28	10.26 9	10	0.08	0.08	1.3	1.4	2.2	2.21	0.50	0.51	0.11	0.11	5.7	5.9	1.8	1.85	<0.0 1	<0.01
PR-WD28	2.06	10	1.08	0.22	6.1	1.3	2.0	0.41	5.40	1.11	0.23	0.05	15.6	3.2	9.0	1.86	<0.0 1	<0.00 2
IR-WD28	1.017	10	7.53	0.77	4.9	0.50	2.2	0.22	2.24	0.23	1.13	0.11	16.8	1.7	12.9	1.31	15	1.5
EM-WD28	11.00 4	10	0.36	0.40	1.8	2.0	<0.1 5	<0.1 7	1.40	1.54	0.13	0.14	2.2	2.4	12.7	13.9 4	<0.0 1	<0.01
IL-WD28	3.187	10	0.97	0.31	4.6	1.5	<0.1 5	<0.0 5	2.30	0.73	0.18	0.06	35.4	11.3	23.2	7.38	<0.0 1	<0.00 3
TK-WD28	3.298	10	0.38	0.13	0.9	0.29	<0.1 5	<0.0 5	2.94	0.97	0.27	0.09	52.6	17.3	45.9	15.1 4	<0.0 1	<0.00 3
SH-WD28	6.196	10	0.66	0.41	2.1	1.3	<0.1 5	<0.0 9	4.60	2.85	0.07	0.04	2.85	1.8	37.0	22.9 5	<0.0 1	<0.01
KB-WD28	23.90 2	10	0.19	0.45	3.8	9.2	<0.1 5	<0.3 6	0.29	0.69	0.05	0.11	1.6	3.8	23.6	56.4 1	<0.0 1	<0.02 4
TA-WD28	4.108	10	1.49	0.61	2.3	0.96	1.4	0.59	3.37	1.39	0.10	0.04	5.2	2.1	22.8	9.35	<0.0 1	<0.00 4
SD-	11.95	10	0.18	0.22	1.9	2.3	<0.1	<0.1	1.7	2.1	0.05	0.06	0.77	0.9	8.6	10.2	<0.0	<0.01

WD28	4						5	8			2					4	1	2
------	---	--	--	--	--	--	---	---	--	--	---	--	--	--	--	---	---	---

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 18

Образец	Ag, мкг/г	Ag, мкг/л	Au, нг/г	Au, нг/л	La, мкг/г	La, мкг/л	Ce, мкг/г	Ce, мкг/л	Ca, %	Ca, мг/л	Fe, мкг/г	Fe, мкг/л	Na, %	Na, мг/л	Ba, мкг/г	Ba, мкг/л	Sr, мкг/г	Sr, мкг/л
CH-WD28	0.14	0.22	3.8	5.9	<0.1	<0.16	<0.5	<0.78	8.5	132	25	395	16.1	251	41	64	780	1214
UR-WD28	1.4	1.15	<0.5	<0.4	<0.1	<0.08	<0.5	<0.41	7.2	58.8	86	704	14.8	121	81	66	766	623
IK-WD28	0.3	0.54	<0.5	<1.1	<0.1	<0.21	<0.5	<1.05	3.5	72.7	19	403	22.9	481	31	66	531	1115
EK-WD28	0.014	0.02	5.1	5.8	<0.1	<0.11	<0.5	<0.57	3.5	40.0	29	334	25.8	294	27	31	340	388
TO-WD28	0.03	0.04	<0.5	<0.6	<0.1	<0.11	<0.5	<0.57	6.2	70.9	47	529	15.0	171	52	59	617	701
AY-WD28	0.17	0.18	<0.5	<0.5	<0.1	<0.1	<0.5	<0.51	8.4	86.0	165	1698	16.9	174	59	60	693	712
PR-WD28	<0.02	<0.004	3.9	0.8	<0.1	<0.02	<0.5	<0.1	13.9	28.6	147	304	8.1	17	147	30	918	189
IR-WD28	0.05	0.005	6.6	0.7	0.43	0.04	<0.5	<0.05	13.1	13.3	113	115	7.0	7	85	9	733	75
EM-WD28	<0.02	<0.02	<0.5	<0.6	<0.1	<0.11	<0.5	<0.55	4.5	49.9	28	308	18.8	207	36	40	932	1026
IL-WD28	<0.02	<0.01	<0.5	<0.2	0.92	0.29	<0.5	<0.16	13.5	43.2	409	1304	7.1	23	152	48	1047	334
TK-WD28	<0.02	<0.01	8	2.6	2.73	0.90	<0.5	<0.16	16.5	54.5	1187	3914	7.0	23	103	34	1500	495
SH-WD28	0.06	0.04	<0.5	<0.3	1.77	1.10	<0.5	<0.31	11.6	71.8	44	274	10.0	62	86	53	1364	845
KB-WD28	<0.02	<0.05	18	42.6	0.81	1.94	<0.5	<1.2	6.5	156	40	962	15.2	363	19	45	2031	4854
TA-WD28	0.5	0.22	<0.5	<0.2	0.93	0.38	<0.5	<0.21	12.1	49.8	34	141	6.0	25	184	76	1595	655
SD-WD28	<0.02	<0.02	207	248.0	<0.1	<0.12	<0.5	<0.6	8.5	102	39	472	12.8	153	34	41	1706	2039

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 18

Образец	Zr, мкг/ г	Zr, мкг/ л	Rb, мкг/ г	Rb, мкг/ л	Sc, нг/г	Sc, нг/л	Cs, нг/г	Cs, нг/л	Mo, мкг/ г	Mo, мкг/ л	Br, мкг/ г	Br, мкг/ л	Se, мкг/ г	Se, мкг/ л	Hf, мкг/ г	Hf, мкг/л	Re, нг/г	Re, нг/л
CH-WD28	0.5	1	0.71	1.10	4.1	6.32	<0.00 1	<0.00 2	1.0	1.63	0.9	1.46	<0.1	<0.1 6	<0.0 1	<0.01 6	<0.00 5	<0.00 8
UR-WD28	0.4	0.35	1.22	1.00	5.5	4.49	<0.00 1	<0.00 1	0.3	0.25	10.3 9	8.46	0.51	0.41	0.00 8	0.007	<0.00 5	<0.00 4
IK-WD28	<50	<105	0.82	1.72	6.1	12.7 4	6.9	14.5	<1	<2.1	<0.1	<0.2 1	<0.1	<0.2 1	<0.0 1	<0.02 1	<0.00 5	<0.01 1
EK-WD28	1.00	1.14	1.1	1.30	3.7	4.16	6.887	7.8	<1	<1.1 4	36.4 4	42	<0.1	<0.1 1	0.01 0	0.011	<0.00 5	<0.00 6
TO-	<50	<57	1.98	2.25	2.0	2.27	5.9	6.7	2.4	2.71	47.4	54	0.33	0.34	<0.0	<0.01	<0.00	<0.00

WD28															1	1	5	6
AY-WD28	<50	<51	1.47	1.51	5.1	5.23	3.9	4.0	1.3	1.29	82.8	85	0.08	0.08	<0.0 1	<0.01	<0.00 5	<0.00 5
PR-WD28	3.7	1	2.31	0.48	13. 5	2.78	12	2.4	7.3	1.51	0.57	0.12	0.42	0.09	<0.0 1	<0.00 2	<0.00 5	<0.00 1
IR-WD28	<50	<5	7.42	0.75	12. 5	1.27	24	2.4	11.0	1.12	<0.1	<0.0 1	0.18	0.02	0.00 7	0.001	<0.00 5	<0.00 1
EM-WD28	3.6	4	0.35	0.39	6.5	7.12	<0.00 1	<0.00 1	24.6	27.0 5	<0.1	<0.1 1	0.6	0.70	<0.0 1	<0.01 1	56	62
IL-WD28	<50	<16	2.73	0.87	7	2.24	11	3.4	10.5	3.36	0.26	0.08	0.20	0.06	<0.0 1	<0.00 3	<0.00 5	<0.00 2
TK-WD28	<50	<16	1.66	0.55	3.5	1.16	20	6.5	14.5	4.77	<0.1	<0.0 3	0.81	0.27	0.01 0	0.003	<0.00 5	<0.00 2
SH-WD28	<50	<31	1.07	0.66	2.9	1.79	<0.00 1	<0.00 1	4.4	2.74	0.68	0.42	1.1	0.68	<0.0 1	<0.00 6	<0.00 5	<0.00 3
KB-WD28	<50	<120	0.53	1.27	1.5	3.62	<0.00 1	<0.00 2	11.9	28.3 5	<0.1	<0.2 4	0.30	0.71	<0.0 1	<0.02 4	<0.00 5	<0.01 2
TA-WD28	<50	<21	1.25	0.51	2.5	1.05	15.7	6.5	5.2	2.12	2.83	1.16	0.90	0.37	<0.0 1	<0.00 4	<0.00 5	<0.00 2
SD-WD28	<50	<60	1.01	1.21	3.1 7	3.79	7.9	9.4	3.8	4.55	6.62	7.9	1.36	1.63	<0.0 1	<0.01 2	115	137

**Результаты нейтроноактивационного анализа нерастворимых компонентов (WS) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020 г. (27-я экспедиция)**

Sample code	m, g	Sb, ppm	Sb, mkg/l	As, ppm	As, mkg/l	Ni, ppm	Ni, mkg/l	Cr, ppm	Cr, mkg/l	Co, ppm	Co, mkg/l	Zn, ppm	Zn, mkg/l	U, ppm	U, mkg/l	Th, ppm	Th, mkg/l	Au, ppb	Au, ng/l	Ag, ppm	Ag, mkg/l	La, ppm
CH-WS27	0.36	0.53	0.010	5.7	0.102	40	0.71	123	2.21	10.1	0.18	83	1.5	1.6	0.029	5.1	0.092	76	1.36	17.4	0.314	14.0
UR-WS27	0.382	0.32	0.006	2.2	0.042	29	0.55	125	2.38	8.69	0.17	64	1.2	9.7	0.185	3.1	0.059	36	0.68	5.4	0.102	9.6
IK-WS27	0.097	0.62	0.003	1.6	0.008	<2	<0.01	83	0.40	8.2	0.04	167	0.81	1.9	0.009	2.9	0.014	164	0.80	4.7	0.023	7.5
EK-WS27	0.65	0.79	0.026	7.9	0.256	60	1.96	303	9.86	21.4	0.70	305	9.9	2.4	0.079	6.8	0.222	22	0.71	<1	<0.033	20.4
TO-WS27	0.243	1.43	0.017	7.4	0.090	129	1.57	77	0.93	38.5	0.47	189	2.3	3.2	0.038	6.2	0.076	57	0.70	6.6	0.081	20
AY-WS27	0.123	1.14	0.007	8.1	0.050	71	0.44	49	0.30	19.5	0.12	245	1.5	6.8	0.042	3.1	0.019	136	0.84	9.2	0.056	10.5
PR-WS27	0.108	14	0.078	4.3	0.023	<2	<0.01	55	0.30	4.85	0.03	102	0.55	10.8	0.058	3.4	0.018	72	0.39	0.45	0.002	8.3
IR-WS27	0.252	2.63	0.033	6.8	0.086	27	0.34	55	0.70	11.6	0.15	129	1.6	21.2	0.267	8.1	0.102	66	0.83	<1	<0.013	20
EM-WS27	0.703	1.32	0.046	2.6	0.090	<2	<0.07	6.6	0.23	1.77	0.06	28	1.0	9.2	0.322	0.8	0.030	19	0.68	9.5	0.333	2.0
IL-WS27	5.345	1.69	0.452	15.9	4.258	44	11.73	61	16.29	15.1	4.04	106	28.2	3.0	0.797	15.5	4.141	13	3.34	<1	<0.267	35
TK-WS27	0.95	1.16	0.055	8.2	0.387	39	1.86	55	2.63	12.1	0.57	84	4.0	4.3	0.202	15.7	0.748	7.5	0.35	<1	<0.048	39
SH-WS27	0.281	1.79	0.025	8.2	0.115	31	0.43	77	1.08	12.5	0.18	89	1.2	8.5	0.120	14.3	0.201	34	0.47	<1	<0.014	30
KB-WS27	0.88	1.36	0.060	12.5	0.552	28	1.22	59	2.58	13.2	0.58	65	2.9	7.0	0.306	9.5	0.417	8.3	0.36	<1	<0.044	22
TA-WS27	0.346	0.64	0.011	1.5	0.025	<2	<0.03	15	0.25	2.42	0.04	31	0.53	5.7	0.098	1.6	0.028	54	0.94	0.3	0.004	4.7
SD-WS27	0.255	3.1	0.039	8.5	0.108	35	0.45	69	0.88	12.9	0.16	89	1.1	2.9	0.037	9.8	0.125	19	0.24	<1	<0.013	26

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 19

Sample code	La, mkg/l	Ce, ppm	Ce, mkg/l	Ca, %	Ca, mg/l	Fe, %	Fe, mg/l	Na, %	Na, mg/l	Ba, ppm	Ba, mkg/l	Sr, ppm	Sr, mkg/l	Zr, ppm	Zr, mkg/l	Rb, ppm	Rb, mkg/l	Sc, ppm	Sc, mkg/l	Cs, ppm	Cs, mkg/l	Hf, ppm
CH-WS27	0.25	36.1	0.65	5.7	1.0	2.1	0.37	5.3	0.96	304	5	499	9	147	2.64	44	0.78	6.3	0.11	2.1	0.04	4.8
UR-WS27	0.18	21.8	0.42	15	2.9	1.5	0.29	2.6	0.50	262	5	629	12	28	0.53	29	0.56	5.5	0.11	1.8	0.03	3.6
IK-WS27	0.037	20.3	0.098	7.2	0.4	1.5	0.072	8.9	0.43	219	1	705	3	70	0.34	27	0.13	4.0	0.020	1.6	0.008	1.7
EK-WS27	0.66	47.5	1.54	7.4	2.4	3.6	1.17	3.1	1.00	402	13	499	16	54	1.76	69	2.24	11.6	0.38	4.6	0.15	2.7

Sample code	La, mkg/l	Ce, ppm	Ce, mkg/l	Ca, %	Ca, mg/l	Fe, %	Fe, mg/l	Na, %	Na, mg/l	Ba, ppm	Ba, mkg/l	Sr, ppm	Sr, mkg/l	Zr, ppm	Zr, mkg/l	Rb, ppm	Rb, mkg/l	Sc, ppm	Sc, mkg/l	Cs, ppm	Cs, mkg/l	Hf, ppm
TO-WS27	0.25	46.6	0.57	7.9	1.0	4.0	0.48	4.2	0.51	736	9	696	8	75	0.91	61	0.75	9.9	0.12	3.9	0.05	2.3
AY-WS27	0.064	23.2	0.14	8.4	0.5	4.5	0.28	7.8	0.48	350	2	1039	6	69	0.42	26	0.16	4.4	0.027	1.3	0.008	2.4
PR-WS27	0.045	19.0	0.103	13.0	0.7	1.5	0.081	6.1	0.33	214	1	947	5	50	0.27	31	0.17	4.75	0.026	2.4	0.013	1.14
IR-WS27	0.25	46.8	0.59	10.4	1.3	2.8	0.36	4.0	0.50	232	3	713	9	59	0.74	66	0.83	9.6	0.12	5.4	0.07	2.1
EM-WS27	0.07	5.6	0.20	20	6.9	0.40	0.14	6.0	2.10	118	4	1336	47	3	0.10	6	0.20	1.2	0.04	0.48	0.02	0.3
IL-WS27	9.39	77.0	20.58	7.1	18.9	3.8	10.20	1.3	3.37	594	159	199	53	144	38.43	122	32.55	13.3	3.56	9.4	2.52	4.7
TK-WS27	1.87	77.7	3.69	8.7	4.1	3.2	1.54	1.4	0.65	515	24	365	17	126	5.98	127	6.05	11.5	0.55	8.9	0.42	5.1
SH-WS27	0.42	66.2	0.93	7.3	1.0	3.0	0.42	1.5	0.21	486	7	464	7	137	1.92	93	1.31	10.2	0.14	5.9	0.08	4.2
KB-WS27	0.98	47.5	2.09	12	5.3	2.9	1.28	1.3	0.56	451	20	1094	48	56	2.46	81	3.54	10.1	0.45	5.7	0.25	2.8
TA-WS27	0.08	9.7	0.17	33	5.7	0.52	0.09	0.63	0.11	263	5	940	16	32	0.55	13	0.22	1.7	0.03	0.80	0.01	0.6
SD-WS27	0.33	57.5	0.73	5.4	0.7	2.9	0.37	1.26	0.16	479	6	331	4	123	1.57	79	1.01	9.8	0.13	4.7	0.06	3.7

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 19

Sample code	Hf, mkg/l	Ta, ppm	Ta, mkg/l	Mo, ppm	Mo, mkg/l	Br, ppm	Br, mkg/l	Nd, ppm	Nd, mkg/l	Sm, ppm	Sm, mkg/l	Tb, ppm	Tb, mkg/l	Yb, ppm	Yb, mkg/l	Lu, ppm	Lu, mkg/l	Eu, ppm	Eu, mkg/l
CH-WS27	0.09	0.43	0.008	2.9	0.052	88	1.58	16.3	0.29	2.76	0.05	0.41	0.007	1.2	0.02	0.21	0.004	0.58	0.010
UR-WS27	0.07	0.28	0.005	<1	<0.019	59.5	1.14	7.8	0.15	1.98	0.04	0.27	0.005	1.1	0.02	0.15	0.003	0.43	0.008

IK-WS27	0.00 8	0.1 7	0.00 1	12. 1	0.059	78	0.38	9.1	0.04	1.5 5	0.00 8	0.18	0.001	0.7 2	0.00	0.1 0	0.000 5	0.3 0	0.00 1
EK- WS27	0.09	0.4 4	0.01 4	1.4	0.045	62. 0	2.02	22. 1	0.72	4.0 1	0.13	0.55	0.018	1.9	0.06	0.2 5	0.008	0.8 4	0.02 7
TO- WS27	0.03	0.4 2	0.00 5	5.1	0.062	60. 6	0.74	19. 0	0.23	4.1	0.05	0.52	0.006	1.9	0.02	0.2 4	0.003	0.8 3	0.01 0
AY- WS27	0.01 5	0.2 6	0.00 2	8.3	0.051	167	1.03	9.2	0.06	2.7	0.02	0.36	0.002	1.1	0.01	0.1 4	0.000 9	0.4 8	0.00 3
PR-WS27	0.00 6	0.2 3	0.00 1	5.8	0.031	89	0.48	9.1	0.05	1.6 0	0.00 9	0.22	0.001	0.8 6	0.00	0.1 1	0.000 6	0.3 0	0.00 2
IR-WS27	0.03	0.3 8	0.00 5	10. 3	0.130	58. 7	0.74	21. 9	0.28	3.9	0.05	0.59	0.007	1.7	0.02	0.2 5	0.003	0.8 3	0.01 0
EM- WS27	0.01	0.0 4	0.00 2	12. 3	0.433	59. 0	2.07	1.6	0.06	0.3 8	0.01	<0.0 5	<0.00 2	<0. 3	<0.0 1	0.0 2	0.001	0.0 6	0.00 2
IL-WS27	1.26	1.0 7	0.28 5	2.1	0.565	6.6	1.76	31. 0	8.30	6.3	1.67	1.03	0.276	2.9	0.78	0.4 2	0.113	1.1 1	0.29 7
TK- WS27	0.24	1.1 6	0.05 5	<1	<0.04 8	17. 3	0.82	35. 6	1.69	6.7	0.32	0.87	0.041	3.1	0.15	0.4 2	0.020	1.0 1	0.04 8
SH-WS27	0.06	0.8 9	0.01 2	4.1	0.058	22. 2	0.31	25. 9	0.36	4.7	0.07	0.69	0.010	2.4	0.03	0.3 6	0.005	0.8 8	0.01 2
KB- WS27	0.12	0.5 6	0.02 5	4.9	0.217	17. 0	0.75	22. 0	0.97	3.8	0.17	0.41	0.018	1.7	0.07	0.2 6	0.011	0.7 2	0.03 2
TA- WS27	0.01	0.0 9	0.00 2	2.4	0.042	55. 4	0.96	5.7	0.10	0.6 8	0.01	0.10	0.002	0.3 2	0.01	0.0 5	0.001	0.1 1	0.00 2
SD-WS27	0.05	0.7 1	0.00 9	2.2	0.028	11. 5	0.15	21. 0	0.27	4.4	0.06	0.61	0.008	2.4	0.03	0.3 1	0.004	0.8 2	0.01 0

**Результаты нейтроноактивационного анализа нерастворимых компонентов (WS) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020 г. (28-я экспедиция)**

Образец	m, g	Sb, ppm	Sb, mkg/l	As, ppm	As, mkg/l	Ni, ppm	Ni, mkg/l	Cr, ppm	Cr, mkg/l	Co, ppm	Co, mkg/l	Zn, ppm	Zn, mkg/l	U, ppm	U, mkg/l	Th, ppm	Th, mkg/l	Au, ppb	Au, ng/l	Ag, ppm	Ag, mkg/l
CH-WS28	0.058	0.37	0.001	<0,1	0.0003	<2	0.01	50	0.14	6.22	0.02	78	0.23	1.2	0.003	1.8	0.005	0.031	0.0001	16.0	0.046
UR-WS28	0.024	8.0	0.010	<0,1	0.0001	120	0.14	171	0.21	14.29	0.02	191	0.23	2.8	0.003	5.7	0.007	0.083	0.0001	94.4	0.113
IK-WS28	0.048	0.50	0.001	<0,1	0.0002	<2	0.005	46	0.11	7.7	0.02	117	0.28	1.4	0.003	1.3	0.003	0.067	0.0002	49.6	0.119
EK-WS28	0.324	0.87	0.014	4.1	0.066	30	0.48	299	4.85	9.8	0.16	99	1.6	2.6	0.043	1.9	0.031	0.040	0.0006	0.62	0.010
TO-WS28	0.159	1.16	0.009	8.8	0.070	58	0.46	51.0	0.41	15.53	0.12	202	1.6	3.1	0.025	3.0	0.024	0.047	0.0004	3.9	0.031
AY-WS28	0.497	2.06	0.051	28.6	0.710	134	3.34	137	3.41	34.7	0.86	373	9.3	3.3	0.081	7.5	0.186	0.043	0.0011	9.0	0.224
PR-WS28	0.012	33.62	0.020	<0,1	0.0001	20	0.01	62	0.04	2.4	0.001	107	0.06	11.9	0.007	1.1	0.001	0.200	0.0001	0.51	0.0003
IR-WS28	0.111	4.21	0.023	5.8	0.032	90	0.50	120	0.67	21.3	0.12	215	1.2	32.1	0.178	13.1	0.073	0.192	0.0011	<1	0.006
EM-WS28	0.132	3.26	0.022	1.9	0.013	<2	0.01	10	0.07	4.4	0.03	123	0.81	19.1	0.126	0.40	0.003	0.132	0.0009	1.2	0.008
IL-WS28	4.388	1.14	0.251	9.4	2.065	35	7.69	57	12.56	11.9	2.61	85	18.6	2.35	0.516	10.2	2.245	0.005	0.0012	<1	0.219
TK-WS28	0.039	2.43	0.005	5.9	0.012	57	0.11	84	0.16	13.8	0.03	387	0.75	9.1	0.018	13.6	0.026	0.294	0.0006	2.9	0.006
SH-WS28	0.22	0.87	0.010	3.3	0.036	13	0.15	17	0.19	3.0	0.03	55	0.61	22.3	0.246	2.5	0.027	0.099	0.0011	0.45	0.005
KB-WS28	0.533	0.64	0.017	7.4	0.196	17	0.45	12	0.32	4.5	0.12	38	1.0	17.5	0.465	1.6	0.042	0.085	0.0023	<1	0.027
TA-WS28	0.243	1.17	0.014	4.2	0.051	20	0.25	17	0.20	3.9	0.05	57	0.70	8.55	0.104	1.9	0.024	0.096	0.0012	1.2	0.015
SD-WS28	0.637	1.4	0.045	14.6	0.464	33	1.06	75	2.37	13.84	0.44	92	2.9	5.6	0.179	8.9	0.285	0.038	0.0012	0.83	0.026

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 20

Образец	La, pp m	La, mkg /l	Ce, pp m	Ce, mkg /l	Ca, %	Ca, mg /l	Fe, %	Fe, mg/l	Na, %	Na, mg /l	Ba, pp m	Ba, mkg /l	Sr, pp m	Sr, mkg /l	Zr, pp m	Zr, mkg /l	Rb, pp m	Rb, mkg /l	Sc, pp m	Sc, mkg /l	Cs, pp m	Cs, mkg/ l
CH- WS28	5.6	0.02	11	0.03	7.8	0.2 3	1.0 1	0.03	14. 3	0.4 2	19 8	1	804	2	42	0.12	18	0.05	3.0	0.01	1.0 5	0.003
UR- WS28	18	0.02	31	0.04	7.3	0.0 9	2.3	0.03	12. 2	0.1 5	36 7	0.4	645	1	15 2	0.18	52	0.06	8.6	0.01	3.1	0.004
IK- WS28	3.7	0.01	7.2	0.02	4.5	0.1 1	0.7 5	0.02	22. 3	0.5 3	20 8	1	642	2	<3 0	0.07	12	0.03	1.9	0.00 5	0.7 8	0.002
EK- WS28	9.1	0.15	14	0.23	20. 5	3.3	1.4	0.23	10. 6	1.7 2	33 8	5	867	14	20	0.32	23	0.37	3.6	0.06	1.5	0.02
TO- WS28	11. 0	0.09	19	0.15	15. 7	1.2	1.8 7	0.15	7.6	0.6 1	37 2	3	109 0	9	81	0.64	38	0.30	5.1	0.04	2.1 8	0.02
AY- WS28	31	0.76	50	1.25	6.7	1.7	6.0	1.50	5.4	1.3 5	54 8	14	472	12	84	2.09	76	1.89	14. 8	0.37	4.2	0.11
PR- WS28	4.2	0.00 3	6.6	0.00 4	21. 3	0.1 3	0.5 1	0.00 3	10. 4	0.0 6	22 9	0.1	116 9	1	12	0.01	10	0.01	1.7 5	0.00 1	0.7 1	0.000 4
IR- WS28	41. 6	0.23	61	0.34	<1	0.0 6	4.7	0.26	1.8	0.1 0	38 0	2	188	1	77	0.43	12 0	0.67	16. 8	0.09	10. 2	0.06
EM- WS28	1.0	0.01	1.2	0.01	17. 1	1.1	0.2 4	0.02	13. 5	0.8 9	13 4	1	184 7	12	<3 0	0.20	4	0.02	0.7 4	0.00 5	0.3 2	0.002
IL- WS28	32	7.10	53	11.6 9	6.3	13. 9	3.1	6.85	1.6	3.4 7	51 2	112	193	42	19 7	43.2 6	95	20.8 9	11. 8	2.58	7.1	1.57
TK- WS28	36	0.07	55	0.11	14. 2	0.2 8	3.4	0.07	2.9	0.0 6	44 0	1	884	2	61	0.12	10 8	0.21	11. 7	0.02	9.6	0.02
SH- WS28	5.0	0.06	7.0	0.08	33. 5	3.7	0.6 7	0.07	1.6	0.1 8	20 6	2	124 1	14	<3 0	0.33	16	0.18	1.8	0.02	1.1	0.01
KB- WS28	3.3	0.09	5.0	0.13	26. 9	7.2	0.6 2	0.17	4.2	1.1 2	15 5	4	345 1	92	<3 0	0.80	14	0.37	1.9	0.05	1.1	0.03
TA- WS28	5.3	0.06	7.9	0.10	32. 5	4.0	0.7 1	0.09	1.4	0.1 7	30 2	4	114 4	14	15	0.18	22	0.26	2.3	0.03	1.3	0.02
SD- WS28	25	0.79	42	1.33	9.8	3.1	3.0	0.95	3.6	1.1 5	44 3	14	837	27	81	2.57	84	2.68	10. 5	0.33	6.3	0.20

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 20

Образец	Hf, ppm	Hf, mkg/l	Ta, ppm	Ta, mkg/l	Mo, ppm	Mo, mkg/l	Br, ppm	Br, mkg/l	Nd, ppm	Nd, mkg/l	Sm, ppm	Sm, mkg/l	Tb, ppm	Tb, mkg/l	Yb, ppm	Yb, mkg/l	Lu, ppm	Lu, mkg/l	Eu, ppm	Eu, mkg/l
CH-WS28	1.0	0.003	0.17	0.0005	<1	0.003	304	0.88	<1	0.003	1.12	0.003	0.17	0.0005	0.66	0.002	0.04	0.0001	0.15	0.0004
UR-WS28	4.6	0.01	0.56	0.001	5.3	0.006	141	0.17	15.1	0.02	3.30	0.004	0.48	0.001	1.48	0.002	0.05	0.0001	0.16	0.0002
IK-WS28	0.84	0.002	0.14	0.0003	<1	0.002	212	0.51	<1	0.002	0.69	0.002	0.08	0.0002	<0,3	0.001	0.03	0.0001	0.07	0.0002
EK-WS28	1.1	0.02	0.28	0.004	0.6	0.010	134	2.17	5.5	0.09	1.8	0.03	0.20	0.003	0.86	0.01	0.10	0.002	0.36	0.006
TO-WS28	2.3	0.02	0.30	0.002	4.5	0.036	357	2.84	8.3	0.07	2.18	0.02	0.24	0.002	0.94	0.01	0.13	0.001	0.47	0.004
AY-WS28	4.4	0.11	0.84	0.021	3.9	0.096	211	5.25	19.1	0.48	6.0	0.15	0.88	0.022	2.57	0.06	0.35	0.009	1.33	0.033
PR-WS28	0.72	0.0004	0.08	0.00005	8.4	0.005	170	0.10	2.3	0.001	0.62	0.0004	0.11	0.0001	0.48	0.0003	0.01	0.0000	0.02	0.00001
IR-WS28	4.1	0.02	0.86	0.005	<1	0.006	22	0.12	27.7	0.15	8.2	0.05	1.22	0.007	3.7	0.02	0.43	0.002	1.58	0.009
EM-WS28	0.26	0.002	0.05	0.0003	22.2	0.147	82	0.54	<1	0.01	0.24	0.002	<0,05	0.0003	<0,3	0.002	0.02	0.0001	0.05	0.0003
IL-WS28	5.7	1.25	0.83	0.182	<1	0.219	5	1.01	21.3	4.68	5.7	1.25	0.92	0.202	2.95	0.65	0.40	0.089	1.20	0.264
TK-WS28	3.2	0.01	0.72	0.001	5.1	0.010	169	0.33	22.6	0.04	6.17	0.01	0.77	0.002	2.45	0.005	0.12	0.0002	0.39	0.001
SH-WS28	0.66	0.01	0.10	0.001	<1	0.011	199	2.19	0.12	0.001	0.83	0.01	0.08	0.001	0.46	0.01	0.06	0.001	0.14	0.001
KB-WS28	0.61	0.02	0.08	0.002	14.6	0.389	134	3.56	<1	0.03	0.58	0.02	0.07	0.002	0.22	0.01	0.04	0.001	0.11	0.003
TA-WS28	0.66	0.01	0.11	0.001	11.6	0.141	188	2.29	2.5	0.03	0.84	0.01	0.10	0.001	0.36	0.004	0.06	0.001	0.15	0.002
SD-WS28	2.84	0.09	0.59	0.019	3.0	0.095	25	0.80	17.0	0.54	4.39	0.14	0.55	0.018	2.2	0.07	0.28	0.009	0.92	0.029

**Результаты радиохимического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды,
отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана весной 2020г. (27-я
экспедиция)**

Образец	U-238, мБк/л	U-234, мБк/л	Ra- 226, мБк/л
CH-WD27	39.6	68.5	1.28
UR-WD27	52.5	95.6	1.45
IK-WD27	42.4	64.4	2.34
EK-WD27	33.2	43.5	0.88
TO-WD27	37.7	61.8	2.53
AY-WD27	87.6	201.5	2.61
PR-WD27	38.1	62.1	1.38
IR-WD27	81.1	114.4	1.07
EM-WD27	160.4	266.3	2.24
IL-WD27	91.3	144.3	3.17
TK-WD27	96.7	168.2	3.84
SH-WD27	283.2	390.8	3.76
KB-WD27	653.8	941.5	2.26
TA-WD27	116.4	207.2	2.73
SD-WD27	261.2	342.1	3.88

Результаты радиохимического анализа растворимых компонентов (WD) проб воды, отобранных в бассейнах трансграничных рек Казахстана осенью 2020г. (28-я экспедиция)

Образец	U-238, мБк/л	U-234, мБк/л	Ra- 226, мБк/л
CH-28	18.2	24.9	1.25
UR-28	31.7	53.2	1.53
IK-28	15.6	20.7	2.44
EK-28	14.9	19.9	0.74
TO-28	34.3	60.0	2.86
AY-28	26.0	49.7	2.55
PR-28	74.4	126.5	2.12
IR-28	19.8	30.5	2.68
EM-28	234	393.1	3.42
IL-28	82.5	124.6	3.94
TK-28	211.4	361.5	4.25
SH-28	351.1	442.4	4.37
KB-28	754.4	1003.3	3.41
TA-28	138.7	219.1	3.07
SD-28	124.3	188.9	4.92

**Результаты определения методами МС-, АЭС-ИСП элементного состава проб отфильтрованной воды (WD),
отобранных в трансграничных реках Казахстана весной 2020 г (27-я экспедиция)**

Код пробы	Содержание, мкг/л															
	Ag	As	Be	Ce	Cd	Co	Cu	La	Mo	Nd	Ni	P	Pb	Se	Sb	Th
CH-WD27	<0.2	2.64	<0.03	<0.04	<0.05	0.42	10.0	<0.1	1.47	<0.1	8.35	<5.0	0.36	<3.0	<0.3	<0.2
UR-WD27	<0.2	1.43	<0.03	<0.04	<0.05	0.30	4.96	<0.1	1.96	<0.1	6.20	<5.0	0.49	<3.0	<0.3	<0.2
IK-WD27	1.27	2.04	<0.03	<0.04	<0.05	0.41	12.6	<0.1	1.88	<0.1	10.5	<5.0	0.36	<3.0	<0.3	<0.2
EK-WD27	<0.2	3.16	<0.03	0.12	0.10	0.68	2.01	<0.1	1.57	<0.1	11.3	2120	0.77	<3.0	<0.3	<0.2
TO-WD27	<0.2	1.90	<0.03	<0.04	<0.05	0.45	1.44	<0.1	2.86	<0.1	8.28	<5.0	0.27	<3.0	<0.3	<0.2
AY-WD27	<0.2	1.13	<0.03	<0.04	<0.05	0.34	1.86	<0.1	2.30	<0.1	8.93	<5.0	0.79	<3.0	<0.3	<0.2
PR-WD27	<0.2	1.37	<0.03	<0.04	<0.05	0.22	4.08	<0.1	2.20	<0.1	2.99	<5.0	1.03	<3.0	<0.3	<0.2
IR-WD27	<0.2	0.77	<0.03	<0.04	<0.05	0.15	1.51	<0.1	2.77	<0.1	2.23	<5.0	0.55	<3.0	1.05	<0.2
EM-WD27	<0.2	2.62	<0.03	<0.04	<0.05	0.26	1.77	<0.1	13.0	<0.1	5.47	<5.0	0.36	<3.0	1.28	<0.2
IL-WD27	<0.2	1.89	<0.03	0.47	<0.05	0.30	1.88	0.25	3.19	0.20	3.55	<5.0	1.01	<3.0	<0.3	<0.2
TK-WD27	<0.2	1.09	<0.03	0.15	<0.05	0.21	1.23	<0.1	2.29	<0.1	4.27	<5.0	0.56	<3.0	<0.3	<0.2
SH-WD27	<0.2	2.52	<0.03	<0.04	<0.05	0.24	1.28	<0.1	7.23	<0.1	4.58	<5.0	0.25	<3.0	<0.3	<0.2
KB-WD27	<0.2	5.34	<0.03	0.13	0.09	0.43	3.06	<0.1	37.3	<0.1	7.37	<5.0	0.50	<3.0	0.68	<0.2
TA-WD27	<0.2	1.27	<0.03	<0.04	<0.05	0.33	7.65	<0.1	1.89	<0.1	3.73	<5.0	1.27	<3.0	<0.3	<0.2
SD-WD27	<0.2	2.11	<0.03	<0.04	<0.05	0.46	2.47	<0.1	7.94	<0.1	8.81	<5.0	0.73	<3.0	<0.3	<0.2

Код пробы	Содержание, мкг/л														Содержание, мг/л		
	U	V	Y	Zr	Hg	Al	B	Ba	Cr	Fe	Li	Mn	Sr	Zn	Ca	K	Mg
CH-WD27	3.2 1	1.3 2	<0. 5	<0. 1	<0. 1	15.8	209	75. 6	2.70	6.2 2	52. 7	13. 8	928	5.08	98.0	6.02	50.0
UR-WD27	4.3 5	2.0 0	<0. 5	<0. 1	<0. 1	7.41	100	52. 3	2.70	7.2 9	11. 8	11. 0	653	7.22	58.1	3.21	26.8
IK-WD27	3.5 1	0.8 7	<0. 5	<0. 1	<0. 1	11.4	148	92. 2	10.4	4.4 8	32. 6	22. 8	890	13.6	95.8	4.97	31.0
EK-WD27	2.7 8	3.3 8	<0. 5	<0. 1	<0. 1	41.8	235	54. 6	18.9	18. 0	32. 8	5.9 7	819	9.12	95.3	13.1	33.0
TO-WD27	3.1 4	2.1 7	<0. 5	<0. 1	<0. 1	6.89	156	37. 8	<0. 7	20. 3	33. 4	48. 4	593	3.99	71.0	6.03	30.9
AY-WD27	7.2 4	0.7 5	<0. 5	<0. 1	<0. 1	<3. 0	98. 7	37. 5	<0. 7	32. 3	10. 8	1.9 2	551	8.22	53.5	3.89	28.3
PR-WD27	3.0 2	0.9 1	<0. 5	<0. 1	<0. 1	117	37. 8	24. 9	1.32	158	3.5 6	14. 4	197	15.1	29.5	1.35	6.39
IR-WD27	6.6 4	0.8 7	<0. 5	<0. 1	<0. 1	10.5	27. 9	17. 2	<0. 7	11. 2	3.1 9	1.3 4	174	4.49	27.7	1.73	5.26
EM-WD27	13. 0	2.0 5	<0. 5	<0. 1	<0. 1	<3. 0	201	35. 1	<0. 7	7.5 2	11. 2	1.8 5	882	<2. 0	79.1	2.58	30.6
IL-WD27	7.4 6	1.6 5	<0. 5	<0. 1	<0. 1	115	50. 2	55. 5	<0. 7	133	5.3 4	7.6 6	358	5.40	53.4	2.28	14.9
TK-WD27	8.0 7	0.8 0	<0. 5	<0. 1	<0. 1	36.6	35. 4	66. 7	<0. 7	59. 2	9.3 4	2.5 9	628	<2. 0	67.6	2.08	18.8
SH-WD27	23. 2	2.2 6	<0. 5	<0. 1	<0. 1	19.7	110	76. 2	2.32	15. 4	9.2 8	1.2 8	777	<2. 0	69.9	2.76	21.4
KB-WD27	53. 3	4.4 1	<0. 5	<0. 1	<0. 1	61.8	254	58. 0	1.53	55. 1	44. 5	3.9 8	344 1	<2. 0	114	10.1	89.8
TA-WD27	9.5 7	1.2 4	<0. 5	<0. 1	<0. 1	22.3	70. 7	89. 2	4.06	566	6.8 9	8.9 1	654	12.6	59.2	2.30	27.4
SD-WD27	19.	1.3	<0.	<0.	<0.	11.8	208	51.	1.25	10.	26.	4.6	241	8.38	133	4.72	57.2

Код пробы	Содержание, мкг/л														Содержание, мг/л		
	U	V	Y	Zr	Hg	Al	B	Ba	Cr	Fe	Li	Mn	Sr	Zn	Ca	K	Mg
	5	9	5	1	1			9		3	7	7	0				

**Результаты определения методами МС-, АЭС-ИСП элементного состава проб отфильтрованной воды (WD),
отобранных в трансграничных реках Казахстана осенью 2020 г (28-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
CH-WD28	<0.2	9.57	<0.03	<0.04	<0.05	0.39	9.00	<0.04	1.47	<0.1	7.27	283	0.20	<3.0	<0.3	<0.2	1.54
UR-WD28	1.31	2.30	<0.03	<0.04	<0.05	0.24	5.62	<0.04	2.04	<0.1	5.30	<5.0	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	2.64
IK-WD28	1.11	3.45	<0.03	<0.04	<0.05	0.28	2.73	<0.04	1.81	<0.1	6.22	9.50	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	1.23
EK-WD28	<0.2	<0.5	<0.03	<0.04	<0.05	0.20	<0.5	<0.04	1.96	<0.1	3.43	<5.0	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	1.18
TO-WD28	<0.2	5.96	<0.03	<0.04	<0.05	0.31	3.06	<0.04	3.34	<0.1	6.62	165	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	2.91
AY-WD28	0.42	1.92	<0.03	<0.04	<0.05	0.24	1.12	<0.04	1.47	<0.1	5.07	<5.0	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	2.21
PR-WD28	<0.2	1.57	<0.03	<0.04	<0.05	0.09	2.12	<0.04	1.83	<0.1	2.05	<5.0	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	6.17
IR-WD28	<0.2	<0.5	<0.03	<0.04	<0.05	0.15	<0.5	<0.04	2.91	<0.1	0.72	<5.0	<0.05	<3.0	2.67	<0.2	1.72
EM-WD28	<0.2	3.50	<0.03	<0.04	<0.05	0.21	1.46	<0.04	34.3	<0.1	2.46	<5.0	<0.05	<3.0	1.15	<0.2	18.4
IL-WD28	<0.2	2.22	<0.03	<0.04	<0.05	0.14	1.81	<0.04	3.45	<0.1	2.65	<5.0	<0.05	<3.0	0.74	<0.2	6.61
TK-WD28	<0.2	<0.5	<0.03	<0.04	<0.05	0.17	10.3	<0.04	5.96	<0.1	2.27	38.2	3.87	<3.0	<0.3	<0.2	17.8
SH-WD28	<0.2	2.08	<0.03	<0.04	<0.05	0.17	1.27	<0.04	6.97	<0.1	3.20	<5.0	<0.05	<3.0	1.07	<0.2	28.2
KB-WD28	<0.2	6.57	<0.03	<0.04	<0.05	0.35	3.56	<0.04	36.7	<0.1	6.81	<5.0	<0.05	<3.0	0.62	<0.2	60.8
TA-WD28	<0.2	1.62	<0.03	<0.04	<0.05	0.14	1.30	<0.04	3.96	<0.1	2.69	<5.0	<0.05	<3.0	0.80	<0.2	11.5
SD-WD28	<0.2	3.37	<0.03	<0.04	<0.05	0.26	2.35	<0.04	9.06	<0.1	5.47	<5.0	<0.05	<3.0	<0.3	<0.2	9.42

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 24

Код пробы	Содержание химических элементов в пробах воды															
	ИСП-МС, мкг/л				АЭС, мкг/л									АЭС, мг/л		
	V	Y	Zr	Hg	Al	B	Ba	Cr	Fe	Li	Mn	Sr	Zn	Ca	K	Mg
CH-WD28	4.24	<0.5	<0.1	<0.1	10.6	308	76.3	3.25	99.7	54.8	273	1378	23.0	148	5.92	53.0
UR-WD28	4.10	<0.5	<0.1	<0.1	28.4	119	69.3	2.47	64.1	13.5	13.2	718	15.2	60.1	3.04	26.4
IK-WD28	0.81	<0.5	<0.1	<0.1	45.5	245	65.3	2.81	53.8	37.8	6.26	1164	13.6	77.8	5.91	32.0
EK-WD28	2.25	<0.5	<0.1	<0.1	<3.0	404	68.5	18.3	<0.4	40.3	1.87	1224	4.33	101	8.44	40.5
TO-WD28	3.16	<0.5	<0.1	<0.1	13.3	227	48.5	<0.7	26.6	38.9	14.8	837	8.56	80.5	7.33	45.4
AY-WD28	0.26	<0.5	<0.1	<0.1	28.6	171	51.9	<0.7	102	28.1	59.1	731	11.6	62.9	5.06	45.1
PR-WD28	2.28	<0.5	<0.1	<0.1	14.9	41.4	21.9	<0.7	39.2	3.92	4.26	160	4.45	22.5	1.09	5.33
IR-WD28	0.90	<0.5	<0.1	<0.1	10.8	18.9	8.63	<0.7	7.81	1.72	1.27	89.4	<2.0	14.5	1.22	2.44
EM-WD28	3.35	<0.5	<0.1	<0.1	7.16	389	38.5	<0.7	9.73	25.9	<0.5	1075	3.82	53.9	3.73	40.4

IL-WD28	1.98	<0.5	<0.1	<0.1	9.22	67.3	58.3	<0.7	16.9	6.44	4.49	464	6.97	57.4	2.78	17.0
TK-WD28	0.60	<0.5	<0.1	<0.1	9.00	54.6	29.8	<0.7	496	9.38	20.3	551	27.5	51.8	2.04	15.2
SH-WD28	2.03	<0.5	<0.1	<0.1	21.3	160	53.9	2.93	9.31	12.0	5.89	935	5.19	68.8	2.99	26.0
KB-WD28	2.54	<0.5	<0.1	<0.1	31.1	383	41.5	<0.7	106	73.5	4.41	5380	6.54	145	9.09	147
TA-WD28	1.48	<0.5	<0.1	<0.1	20.6	91.2	87.1	1.75	9.16	11.1	0.96	797	5.66	53.4	2.78	27.7
SD-WD28	4.16	<0.5	<0.1	<0.1	<3.0	480	54.9	2.29	<0.4	50.8	<0.5	4155	<2.0	166	6.99	116

**Результаты определения методом РФА элементного состава послонных проб почвы,
отобранных в бассейне р. Урал весной 2020 г. (27-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
UR-A01-S27	1.85±0.03	1±0.1	0.392±0.004	90±12	450±7	0.05±0.01	2.76±0.03	70±2	30±1	71±7	9.7±0.4	10.1±0.4
UR-A02-S27	1.86±0.03	0.9±0.1	0.375±0.004	80±12	430±7	0.05±0.01	2.69±0.03	68±2	29±1	60±6	9.8±0.4	10.6±0.4
UR-A03-S27	1.83±0.03	0.9±0.1	0.4±0.004	100±12	482±7	0.05±0.01	2.72±0.03	69±2	30±1	62±6	9.2±0.4	9.7±0.4
UR-A04-S27	1.82±0.03	0.9±0.1	0.393±0.004	90±12	513±7	0.05±0.01	2.7±0.03	63±2	30±1	61±6	9.5±0.4	10.7±0.4
UR-A05-S27	1.84±0.03	0.9±0.1	0.4±0.004	110±12	483±7	0.05±0.01	2.84±0.03	64±2	32±1	63±6	9.7±0.4	12.1±0.4
UR-A06-S27	1.83±0.03	0.9±0.1	0.42±0.004	90±12	490±7	0.04±0.01	2.79±0.03	58±2	32±1	60±6	9.4±0.4	9.7±0.4
UR-A07-S27	1.86±0.03	0.8±0.1	0.42±0.004	100±12	513±7	0.04±0.01	2.86±0.03	62±2	31±1	58±6	9.3±0.4	11.3±0.4
UR-A08-S27	1.85±0.03	0.8±0.1	0.42±0.004	90±13	515±7	0.03±0.01	2.72±0.03	58±2	27±1	49±6	8.8±0.4	8.8±0.4
UR-A09-S27	1.89±0.03	0.8±0.1	0.43±0.004	80±13	612±8	0.04±0.01	2.59±0.03	56±2	27±1	45±6	8.8±0.4	8.8±0.4
UR-A10-S27	1.88±0.03	0.7±0.1	0.428±0.004	90±13	559±7	0.04±0.01	2.52±0.03	56±2	27±1	44±6	9.2±0.4	9.4±0.4
UR-A11-S27	1.82±0.03	0.7±0.1	0.42±0.004	90±12	501±7	0.04±0.01	2.58±0.03	58±2	21±1	39±6	8±0.4	9.5±0.4
UR-B01-S27	1.7±0.03	1.9±0.1	0.36±0.004	80±12	583±7	0.06±0.01	2.51±0.03	73±2	23±1	50±6	8.1±0.4	10.6±0.4
UR-B02-S27	1.8±0.03	1.8±0.1	0.41±0.004	110±13	576±7	0.07±0.01	2.8±0.03	73±2	24±1	54±6	9.1±0.4	10.7±0.4
UR-B03-S27	1.75±0.03	2.3±0.1	0.41±0.004	100±12	530±7	0.05±0.01	2.76±0.03	71±2	22±1	46±6	9±0.4	11.6±0.4
UR-B04-S27	1.75±0.02	2.8±0.1	0.4±0.004	110±12	507±7	0.05±0.01	2.81±0.03	68±2	22±1	44±6	9.4±0.4	14.3±0.4
UR-B05-S27	1.78±0.03	2±0.1	0.41±0.004	90±12	485±7	0.05±0.01	2.78±0.03	68±2	24±1	46±6	9±0.4	12.5±0.4
UR-B06-S27	1.6±0.02	4.7±0.2	0.39±0.004	90±13	426±7	0.06±0.01	2.59±0.03	68±2	20±1	42±6	8.9±0.4	13.1±0.4
UR-B07-S27	1.5±0.02	5.6±0.2	0.36±0.004	80±13	494±7	0.06±0.01	2.46±0.03	69±2	18±1	38±6	7.8±0.4	10.8±0.4
UR-B08-S27	1.42±0.02	7.1±0.2	0.36±0.004	80±13	428±7	0.05±0.01	2.38±0.03	66±2	18±1	38±6	7.8±0.4	11±0.5
UR-B09-S27	1.35±0.02	7.5±0.2	0.34±0.004	80±13	503±8	0.05±0.01	2.29±0.02	64±2	16±1	34±6	7.3±0.4	10.7±0.5
UR-B10-S27	1.37±0.02	6.7±0.2	0.38±0.004	90±13	478±7	0.05±0.01	2.4±0.03	66±2	17±1	36±6	7.4±0.4	12.7±0.5
UR-B11-S27	1.38±0.02	7.4±0.2	0.376±0.004	100±13	365±7	0.06±0.01	2.61±0.03	74±2	19±1	41±6	8±0.4	13.5±0.5
UR-C01-S27	1.87±0.03	0.9±0.1	0.398±0.004	100±12	426±7	0.06±0.01	3.02±0.04	78±2	29±1	76±7	9.2±0.4	12.1±0.4
UR-C02-S27	1.82±0.03	1.2±0.1	0.407±0.004	110±12	498±7	0.07±0.01	2.89±0.03	80±2	28±1	51±6	9±0.4	13.5±0.4
UR-C03-S27	1.48±0.02	5.4±0.2	0.37±0.004	90±13	474±7	0.07±0.01	2.63±0.03	83±2	19±1	40±6	7.8±0.4	12.6±0.5
UR-C04-S27	1.43±0.02	7.5±0.2	0.362±0.004	90±13	370±7	0.06±0.01	2.6±0.03	79±2	19±1	40±6	8.3±0.4	13.5±0.4
UR-C05-S27	1.37±0.02	8.4±0.2	0.345±0.004	80±13	309±7	0.06±0.01	2.49±0.03	72±2	18±1	38±6	8±0.4	13.3±0.5
UR-C06-S27	1.41±0.02	6.8±0.2	0.37±0.004	90±13	332±7	0.05±0.01	2.48±0.03	72±2	18±1	38±6	8.3±0.4	12.5±0.4
UR-C07-S27	1.41±0.02	6.3±0.2	0.439±0.004	90±13	450±7	0.06±0.01	2.56±0.03	72±2	19±1	38±6	8.2±0.4	13.3±0.4

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
UR-C08-S27	1.39±0.02	6.2±0.2	0.457±0.004	90±13	503±7	0.06±0.01	2.59±0.03	73±2	19±1	38±6	8.2±0.4	12.7±0.4
UR-C09-S27	1.36±0.02	4.9±0.2	0.38±0.004	80±13	681±8	0.06±0.01	2.34±0.03	68±2	16±1	34±6	7±0.4	9.7±0.4
UR-C10-S27	1.13±0.03	1.8±0.1	0.213±0.003	70±11	624±7	0.05±0.01	1.71±0.02	55±1	12±1	20±5	3.6±0.4	9.1±0.4
UR-C11-S27	1.3±0.02	3.8±0.2	0.274±0.004	80±12	621±8	0.05±0.01	2.33±0.03	67±2	19±1	32±6	6.6±0.4	11±0.4
UR-D01-S27	1.91±0.03	1.1±0.1	0.42±0.004	110±13	568±7	0.06±0.01	2.9±0.03	81±2	26±1	49±6	9.4±0.4	12.1±0.4
UR-D02-S27	1.93±0.03	1±0.1	0.433±0.004	110±13	501±7	0.06±0.01	2.93±0.04	77±2	25±1	49±6	9.7±0.4	12.7±0.4
UR-D03-S27	1.91±0.03	0.8±0.1	0.424±0.004	120±13	465±7	0.06±0.01	2.91±0.04	78±2	25±1	49±6	9.6±0.4	12.7±0.4
UR-D04-S27	1.87±0.03	1.5±0.1	0.433±0.004	100±13	455±7	0.06±0.01	2.92±0.04	75±2	24±1	48±6	9.8±0.4	13.1±0.4
UR-D05-S27	1.74±0.02	3.9±0.2	0.42±0.004	90±13	467±7	0.05±0.01	2.69±0.03	69±2	21±1	43±6	8.9±0.4	11.8±0.4
UR-D06-S27	1.6±0.02	5.9±0.2	0.38±0.004	80±13	442±7	0.05±0.01	2.53±0.03	65±2	20±1	41±6	8.4±0.4	14.6±0.4
UR-D07-S27	1.56±0.02	5.7±0.2	0.37±0.004	80±13	480±7	0.05±0.01	2.48±0.03	66±2	19±1	38±6	7.7±0.4	12.3±0.4
UR-D08-S27	1.47±0.02	7±0.2	0.356±0.004	90±12	400±7	0.05±0.01	2.45±0.03	72±2	18±1	37±6	7.7±0.4	11.4±0.4
UR-D09-S27	1.48±0.02	8.2±0.2	0.38±0.004	90±13	350±7	0.05±0.01	2.7±0.03	74±2	20±1	42±6	8.5±0.4	13.2±0.5
UR-D10-S27	1.41±0.02	8.1±0.2	0.37±0.004	90±13	320±7	0.05±0.01	2.66±0.03	73±2	21±1	41±6	8.2±0.4	13.5±0.5
UR-D11-S27	1.39±0.02	8.1±0.2	0.37±0.004	100±13	340±7	0.05±0.01	2.56±0.03	75±2	21±1	40±6	7.9±0.4	14.4±0.4

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 25

Образец	Bг. мкг/г	Rb. мкг/г	Sr. мкг/г	Y. мкг/г	Zг. мкг/г	Mo. мкг/г	Cd мкг/г	Ba. мкг/г	Pb. мкг/г	Th мкг/г	U мкг/г
UR-A01-S27	7.2±0.2	65±2	143±3	21±2	285±4	1.5±0.2	3.6±0.2	341±11	11±1	5.5±0.4	2.4±0.2
UR-A02-S27	7±0.2	66±2	144±3	21±2	287±4	1.4±0.2	3.4±0.2	323±11	12±1	5.2±0.4	2.4±0.2
UR-A03-S27	7.2±0.2	67±2	147±3	22±2	301±4	1.3±0.2	4±0.2	335±11	13±1	4.9±0.4	2.5±0.2
UR-A04-S27	7±0.2	67±2	147±3	20±2	273±4	1.2±0.2	3.6±0.2	323±11	11±1	5.7±0.4	2.4±0.2
UR-A05-S27	6.8±0.2	68±2	146±3	21±2	277±4	1.4±0.2	3.8±0.2	341±11	10±1	5.6±0.4	2.6±0.2
UR-A06-S27	6.8±0.2	67±2	146±3	21±2	285±4	1.3±0.2	2.3±0.2	306±11	10±1	5.9±0.4	2.9±0.2
UR-A07-S27	6.8±0.2	67±2	144±3	21±2	283±4	1.5±0.2	3.4±0.2	335±11	10±1	6.1±0.4	2.3±0.2
UR-A08-S27	6.7±0.2	65±2	142±3	22±2	304±4	1.4±0.2	4±0.2	359±11	9±1	5.6±0.4	2.1±0.2
UR-A09-S27	6.3±0.2	64±2	143±3	22±2	314±4	1.3±0.2	3.5±0.2	318±11	9±1	5.3±0.4	2.2±0.3
UR-A10-S27	6.3±0.2	63±2	143±3	21±2	326±4	1.2±0.2	3.8±0.2	323±11	9±1	5.1±0.4	2±0.2
UR-A11-S27	6±0.2	60±2	137±3	21±2	320±4	1.3±0.2	3.8±0.2	341±11	7±1	4.5±0.4	1.6±0.2
UR-B01-S27	7.4±0.2	56±2	153±3	19±2	285±4	1.4±0.2	2±0.2	312±11	10±1	4.3±0.4	1.7±0.2
UR-B02-S27	8.1±0.2	61±2	154±3	20±2	288±4	1.1±0.2	3±0.2	335±11	12±1	4.3±0.4	1.7±0.2
UR-B03-S27	9.1±0.2	64±2	164±3	20±2	303±4	1.2±0.2	3.5±0.2	312±11	10±1	5.4±0.4	1.6±0.2
UR-B04-S27	10.3±0.2	65±2	171±3	22±2	308±4	1.4±0.2	3.3±0.2	288±11	11±1	5.5±0.4	2.1±0.2

Образец	Br. мкг/г	Rb. мкг/г	Sr. мкг/г	Y. мкг/г	Zr. мкг/г	Mo. мкг/г	Cd мкг/г	Ba. мкг/г	Pb. мкг/г	Th мкг/г	U мкг/г
UR-B05-S27	10.4±0.2	66±2	167±3	21±2	322±4	1.2±0.2	3±0.2	329±11	9±1	5.2±0.4	2±0.2
UR-B06-S27	10.8±0.2	58±2	229±4	20±2	299±4	1.3±0.2	4±0.2	323±11	9±1	4.8±0.5	2±0.2
UR-B07-S27	11±0.2	54±2	253±4	19±2	293±4	1.2±0.2	3.5±0.2	318±11	8±1	4.4±0.5	1.8±0.2
UR-B08-S27	10.6±0.2	50±2	310±4	20±2	294±4	1.3±0.2	3.5±0.2	423±11	8±1	4.6±0.5	2.8±0.3
UR-B09-S27	10.4±0.2	47±2	327±4	20±2	298±4	1.2±0.2	2.5±0.2	447±11	7±1	4.1±0.5	1.8±0.3
UR-B10-S27	9.6±0.2	48±2	321±4	20±2	322±4	1.3±0.2	3.7±0.2	318±11	8±1	4.4±0.5	1.9±0.3
UR-B11-S27	11±0.2	50±2	382±5	19±2	284±4	1.1±0.2	3.4±0.2	300±11	9±1	4.7±0.5	2.3±0.3
UR-C01-S27	9.6±0.2	71±2	140±3	22±2	305±4	1.4±0.2	3.8±0.2	359±11	14±1	5.8±0.4	2±0.2
UR-C02-S27	10.5±0.2	68±2	146±3	21±2	309±4	1.3±0.2	2.5±0.2	318±11	13±1	5.9±0.4	2.4±0.2
UR-C03-S27	11±0.2	55±2	243±4	20±2	291±4	1.3±0.2	3.2±0.2	300±11	10±1	4.4±0.5	2.1±0.3
UR-C04-S27	13±0.2	52±2	332±4	20±2	254±4	1.1±0.2	2.9±0.2	300±11	9±1	4.7±0.5	1.8±0.2
UR-C05-S27	14±0.2	49±2	381±5	20±2	242±4	1±0.2	3.3±0.2	306±11	9±1	4.3±0.5	2.1±0.2
UR-C06-S27	13±0.2	50±2	312±4	21±2	282±4	1.1±0.2	2.1±0.2	318±11	9±1	4.5±0.5	2.3±0.2
UR-C07-S27	10.4±0.2	50±2	283±4	25±2	390±5	1.4±0.2	3.9±0.2	318±11	10±1	5.8±0.5	2.4±0.3
UR-C08-S27	10.9±0.2	50±2	294±4	25±2	424±5	1.2±0.2	3.5±0.2	318±11	10±1	5.7±0.5	2.4±0.3
UR-C09-S27	8.2±0.2	43±2	207±3	19±2	292±4	1.1±0.2	3.4±0.2	306±11	6±1	4±0.4	2±0.2
UR-C10-S27	4.3±0.2	28±2	96±2	10±1	117±2	1±0.1	3.5±0.2	335±10	<1	1.8±0.3	0.9±0.2
UR-C11-S27	6.7±0.2	42±2	166±3	15±1	136±3	1.1±0.1	3.6±0.2	241±11	3±1	3.4±0.4	1.4±0.2
UR-D01-S27	12±0.2	68±2	149±3	22±2	336±4	1.5±0.2	1.9±0.2	365±11	10±1	5.6±0.5	2.1±0.3
UR-D02-S27	14±0.2	70±2	149±3	22±2	335±4	1.1±0.2	3.5±0.2	300±11	11±1	5.6±0.5	1.9±0.3
UR-D03-S27	18.7±0.2	71±2	146±3	23±2	346±4	1.3±0.2	3.7±0.2	335±11	11±1	5.9±0.5	1.8±0.3
UR-D04-S27	20.2±0.2	70±2	151±3	22±2	315±4	1.3±0.2	3.5±0.2	347±11	10±1	5.1±0.4	2±0.3
UR-D05-S27	27.5±0.2	64±2	184±3	22±2	313±4	1.1±0.2	2.5±0.2	253±11	10±1	5.3±0.5	1.6±0.2
UR-D06-S27	29.2±0.2	57±2	216±3	21±2	299±4	1.2±0.2	3.4±0.2	459±11	10±1	5.1±0.5	1.9±0.3
UR-D07-S27	22.2±0.2	55±2	226±4	20±2	308±4	1.1±0.2	3.2±0.2	282±11	10±1	4.8±0.5	2.3±0.3
UR-D08-S27	19±0.2	51±2	258±4	19±2	290±4	1.2±0.2	3.6±0.2	300±11	9±1	4.5±0.5	2.2±0.2
UR-D09-S27	15.8±0.2	54±2	311±4	20±2	256±4	1.1±0.2	2.1±0.2	229±11	10±1	4.8±0.5	2±0.2
UR-D10-S27	16.2±0.2	52±2	349±4	21±2	252±4	1±0.2	2.4±0.2	459±11	10±1	5.2±0.5	2.5±0.2
UR-D11-S27	15±0.2	50±2	363±5	20±2	255±4	1.2±0.2	2.9±0.2	294±11	9±1	5.5±0.5	2.5±0.2

**Результаты определения методом РФА элементного состава послойных проб почвы,
отобранных в бассейне трансграничной реки Урал осенью 2020 г. (28-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
UR-A01-S28	1.81±0.03	1.1±0.1	0.382±0.004	110±12	443±7	0.051±0.005	2.92±0.03	79±2	28±1	62±6	9.3±0.4	10.2±0.4
UR-A02-S28	1.76±0.03	0.9±0.1	0.394±0.004	100±12	708±8	0.068±0.005	2.74±0.03	77±2	25±1	48±6	8.9±0.4	13±0.4
UR-A03-S28	1.57±0.02	4.4±0.2	0.369±0.004	90±12	418±7	0.059±0.005	2.68±0.03	80±2	23±1	43±6	8.7±0.4	13.5±0.4
UR-A04-S28	1.37±0.02	7.8±0.2	0.34±0.004	90±13	379±7	0.052±0.005	2.52±0.03	77±2	21±1	40±6	8.4±0.4	13.7±0.5
UR-A05-S28	1.37±0.02	8.4±0.2	0.357±0.004	90±13	274±7	0.051±0.005	2.61±0.03	79±2	22±1	41±6	8.5±0.4	14.2±0.5
UR-A06-S28	1.3±0.02	4.2±0.2	0.313±0.004	80±12	571±8	0.046±0.005	2.14±0.02	76±2	16±1	30±6	7±0.4	12.9±0.4
UR-A07-S28	1.43±0.02	5.2±0.2	0.463±0.004	110±13	580±8	0.054±0.005	2.62±0.03	80±2	18±1	39±6	8.9±0.4	12.9±0.5
UR-A08-S28	1.12±0.02	4±0.2	0.374±0.004	80±12	1461±9	0.051±0.005	2.16±0.02	61±2	13±1	26±5	4.7±0.4	10.9±0.4
UR-A09-S28	1.09±0.03	2±0.1	0.228±0.003	70±11	876±8	0.043±0.005	1.6±0.02	52±1	11±1	17±5	3.4±0.4	9.7±0.4
UR-A10-S28	1.13±0.03	1.9±0.1	0.183±0.003	60±11	401±7	0.06±0.005	1.65±0.02	60±1	13±1	19±5	3.5±0.4	11.3±0.4
UR-A11-S28	1.48±0.02	4.2±0.2	0.328±0.004	110±12	349±7	0.068±0.005	3±0.03	88±2	24±1	47±6	8.9±0.4	13.5±0.4
UR-B01-S28	1.76±0.03	1.5±0.1	0.367±0.004	110±12	586±7	0.062±0.005	2.66±0.03	77±2	23±1	51±6	8.6±0.4	11.7±0.4
UR-B02-S28	1.8±0.03	1±0.1	0.396±0.004	100±12	570±7	0.053±0.005	2.84±0.03	75±2	25±1	50±6	9.3±0.4	13.9±0.4
UR-B03-S28	1.81±0.03	1.3±0.1	0.4±0.004	110±12	473±7	0.063±0.005	2.85±0.03	81±2	24±1	47±6	10.1±0.4	16.8±0.4
UR-B04-S28	1.84±0.03	0.8±0.1	0.4±0.004	80±12	543±7	0.06±0.005	2.84±0.03	81±2	23±1	47±6	9.7±0.4	15.5±0.4
UR-B05-S28	1.74±0.03	2.7±0.1	0.39±0.004	100±12	520±7	0.059±0.005	2.69±0.03	77±2	23±1	46±6	9.3±0.4	13±0.4
UR-B06-S28	1.69±0.02	3.6±0.2	0.39±0.004	100±13	507±7	0.056±0.005	2.68±0.03	78±2	22±1	44±6	9±0.4	15±0.4
UR-B07-S28	1.64±0.02	3.7±0.2	0.39±0.004	90±13	498±7	0.057±0.005	2.64±0.03	74±2	22±1	44±6	8.8±0.4	14.1±0.4
UR-B08-S28	1.66±0.02	4.1±0.2	0.38±0.004	90±13	457±7	0.058±0.005	2.61±0.03	76±2	21±1	43±6	8.4±0.4	9.9±0.5
UR-B09-S28	1.55±0.02	5.3±0.2	0.37±0.004	90±13	548±8	0.055±0.005	2.49±0.03	74±2	19±1	40±6	8.3±0.4	13.5±0.5
UR-B10-S28	1.46±0.02	6.9±0.2	0.38±0.004	80±13	424±7	0.055±0.005	2.58±0.03	78±2	19±1	41±6	8.6±0.4	13.9±0.4
UR-B11-S28	1.36±0.02	10.3±0.2	0.34±0.004	90±13	286±7	0.055±0.005	2.76±0.03	80±2	21±1	44±6	8.7±0.4	14.6±0.5
UR-C01-S28	1.63±0.03	2.6±0.1	0.345±0.004	100±12	479±7	0.058±0.005	2.46±0.03	76±2	21±1	54±6	8±0.4	11.2±0.4
UR-C02-S28	1.62±0.03	2.1±0.1	0.331±0.004	80±12	450±7	0.055±0.005	2.36±0.03	68±2	21±1	48±6	6.4±0.4	11.8±0.4
UR-C03-S28	1.69±0.02	1.5±0.1	0.372±0.004	110±12	480±7	0.065±0.005	2.97±0.03	82±2	33±1	73±7	9.1±0.4	13.6±0.4
UR-C04-S28	1.65±0.03	1.3±0.1	0.354±0.004	80±12	538±7	0.055±0.005	2.59±0.03	70±2	27±1	56±6	8±0.4	11.7±0.4
UR-C05-S28	1.46±0.02	6.4±0.2	0.37±0.004	100±13	530±7	0.057±0.005	2.31±0.02	69±2	18±1	37±6	7.5±0.4	12.8±0.4
UR-C06-S28	1.41±0.02	6.2±0.2	0.343±0.004	80±12	573±7	0.049±0.005	2.22±0.02	70±2	16±1	35±6	7.2±0.4	13.7±0.4
UR-C07-S28	1.34±0.02	6.7±0.2	0.364±0.004	90±12	528±7	0.049±0.005	2.36±0.03	72±2	17±1	36±6	7.6±0.4	15.1±0.4
UR-C08-S28	1.29±0.02	9.5±0.2	0.35±0.004	90±13	322±7	0.054±0.005	2.56±0.03	75±2	20±1	39±6	8.7±0.4	15.8±0.5

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
UR-C09-S28	1.29±0.02	9.9±0.2	0.35±0.004	100±13	280±7	0.056±0.005	2.69±0.03	82±2	21±1	41±6	8.2±0.4	14.4±0.5
UR-C10-S28	1.29±0.02	10.2±0.2	0.34±0.004	90±13	308±7	0.055±0.005	2.62±0.03	79±2	20±1	41±6	8.3±0.4	12.8±0.5
UR-C11-S28	1.26±0.02	9.8±0.2	0.32±0.004	100±13	240±7	0.054±0.005	2.51±0.03	77±2	19±1	39±6	7.8±0.4	14.7±0.5
UR-D01-S28	1.77±0.03	1±0.1	0.36±0.004	100±12	510±7	0.046±0.005	2.6±0.03	73±2	29±1	67±6	9±0.4	10.3±0.4
UR-D02-S28	1.84±0.03	0.9±0.1	0.378±0.004	100±12	455±7	0.046±0.005	2.67±0.03	69±2	29±1	63±6	9.2±0.4	11±0.4
UR-D03-S28	1.84±0.03	0.9±0.1	0.385±0.004	110±12	492±7	0.047±0.005	2.68±0.03	69±2	29±1	63±6	9.3±0.4	12±0.4
UR-D04-S28	1.84±0.03	0.9±0.1	0.388±0.004	110±12	407±7	0.05±0.005	2.72±0.03	66±2	31±1	62±6	9.9±0.4	10.6±0.4
UR-D05-S28	1.84±0.03	0.9±0.1	0.41±0.004	110±12	552±7	0.054±0.005	2.89±0.04	67±2	34±1	65±7	10.4±0.4	12±0.4
UR-D06-S28	1.84±0.03	0.8±0.1	0.41±0.004	110±13	528±7	0.04±0.005	2.74±0.03	61±2	30±1	53±6	9.6±0.4	10.2±0.4
UR-D07-S28	1.82±0.03	0.8±0.1	0.4±0.004	90±12	504±7	0.036±0.005	2.58±0.03	59±2	28±1	49±6	9.1±0.4	11±0.4
UR-D08-S28	1.85±0.03	0.8±0.1	0.417±0.004	110±13	570±8	0.044±0.005	2.56±0.03	58±2	25±1	44±6	9.2±0.4	11.1±0.4
UR-D09-S28	1.84±0.03	0.7±0.1	0.42±0.004	90±13	593±8	0.043±0.005	2.48±0.03	60±2	27±1	42±6	9.1±0.4	11.4±0.4
UR-D10-S28	1.81±0.03	0.7±0.1	0.41±0.004	90±12	603±7	0.042±0.005	2.43±0.03	59±2	26±1	41±6	8±0.4	11±0.4
UR-D11-S28	1.78±0.03	0.7±0.1	0.4±0.004	80±12	548±7	0.054±0.005	2.46±0.03	66±2	25±1	41±6	9±0.4	11±0.4

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 26

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
UR-A01-S28	10±0.2	69±2	148±3	21±2	286±4	8.6±0.8	1.7±0.2	3.4±0.2	318±11	14±1	5.2±0.4	1.8±0.2
UR-A02-S28	10.3±0.2	68±2	140±3	22±2	319±4	8.8±0.9	1.6±0.2	2.1±0.2	323±11	12±1	5.3±0.4	2.1±0.2
UR-A03-S28	12.3±0.2	60±2	232±4	20±2	269±4	8.2±0.9	1.6±0.2	3.6±0.2	294±11	10±1	5.1±0.4	1.7±0.2
UR-A04-S28	13±0.2	50±2	317±4	19±2	231±4	7.6±0.9	1.3±0.2	3.7±0.2	306±11	8±1	4.2±0.5	2±0.2
UR-A05-S28	14±0.2	51±2	354±4	20±2	236±4	8.1±0.9	1.3±0.2	3.6±0.2	270±11	11±1	4.9±0.5	2±0.2
UR-A06-S28	6.2±0.2	44±2	201±3	18±1	251±4	7.1±0.9	1.8±0.2	2±0.2	265±11	6±1	3.7±0.4	1.4±0.2
UR-A07-S28	8.2±0.2	51±2	253±4	26±2	478±5	10.3±1.1	1.9±0.2	3.5±0.2	288±11	10±1	6.2±0.5	2.6±0.3
UR-A08-S28	6.1±0.2	31±2	164±3	15±1	223±3	6.5±0.9	1.4±0.1	3.6±0.2	241±11	4±1	2.4±0.4	1.3±0.2
UR-A09-S28	4.4±0.2	27±2	106±2	11±1	148±3	3.6±0.7	1.2±0.1	4±0.2	200±10	<1	2±0.3	1.2±0.2
UR-A10-S28	4.2±0.2	29±2	91±2	9±1	88±2	3.1±0.7	1.3±0.1	3.4±0.2	194±10	<1	2±0.3	0.9±0.2
UR-A11-S28	5.9±0.2	58±2	184±3	19±2	141±3	7.2±0.9	1.4±0.1	2.6±0.2	270±11	9±1	5.3±0.4	1.7±0.2
UR-B01-S28	9.9±0.2	63±2	155±3	21±2	334±4	8.5±0.9	1.7±0.2	3.6±0.2	270±11	12±1	5.2±0.5	1.6±0.2
UR-B02-S28	13.4±0.2	68±2	153±3	23±2	317±4	9.1±1	1.5±0.2	4±0.2	294±11	12±1	6±0.4	2.3±0.2
UR-B03-S28	19.8±0.2	70±2	151±3	22±2	329±4	9.2±1	1.6±0.2	4±0.2	300±11	11±1	5.2±0.5	1.6±0.2
UR-B04-S28	18±0.2	70±2	145±3	24±2	338±4	9.2±1	1.8±0.2	4±0.2	335±11	11±1	5.8±0.4	1.6±0.2
UR-B05-S28	25.8±0.2	67±2	165±3	22±2	317±4	8.9±1	1.3±0.2	3.8±0.2	329±11	11±1	5.5±0.4	2±0.2
UR-B06-S28	25.8±0.2	65±2	182±3	22±2	321±4	8.9±1	1.5±0.2	4.1±0.2	247±11	11±1	5.1±0.4	1.7±0.2
UR-B07-S28	26.1±0.2	64±2	187±3	21±2	325±4	9±1	1.4±0.2	3.9±0.2	312±11	11±1	5.1±0.5	2±0.2

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
UR-B08-S28	23.2±0.2	62±2	196±3	21±2	337±4	8.8±1	1.4±0.2	3.5±0.2	300±11	11±1	4.9±0.5	1.7±0.2
UR-B09-S28	15.2±0.2	57±2	235±4	20±2	320±4	8.7±1	1.6±0.2	3.5±0.2	288±11	10±1	4.5±0.5	1.9±0.2
UR-B10-S28	13±0.2	53±2	291±4	21±2	302±4	8.4±0.9	1.2±0.2	4±0.2	259±11	10±1	4.7±0.5	2.2±0.2
UR-B11-S28	15.9±0.2	52±2	358±5	20±2	214±4	7.8±0.9	1.4±0.2	3.3±0.2	247±11	12±1	4.6±0.5	2.1±0.2
UR-C01-S28	8.4±0.2	55±2	171±3	19±2	285±4	7.5±0.9	1.6±0.2	3.9±0.2	294±11	9±1	4.5±0.4	1.7±0.2
UR-C02-S28	8.2±0.2	52±2	151±3	17±1	240±3	6.6±0.9	1.5±0.2	3.9±0.2	288±10	11±1	3.9±0.4	1.6±0.2
UR-C03-S28	12±0.2	66±2	163±3	21±2	281±4	8.1±0.9	1.6±0.2	3.6±0.2	335±11	15±1	5.2±0.4	2.4±0.2
UR-C04-S28	9.5±0.2	59±2	149±3	18±2	263±4	7.3±0.9	1.3±0.2	3.6±0.2	300±11	12±1	4±0.4	1.9±0.2
UR-C05-S28	11.7±0.2	51±2	247±4	19±2	299±4	7.9±0.9	1.5±0.2	3.6±0.2	288±11	10±1	4.2±0.5	1.8±0.2
UR-C06-S28	13±0.2	49±2	264±4	19±2	313±4	7.7±0.9	1.3±0.2	3.3±0.2	253±11	8±1	3.7±0.5	1.7±0.2
UR-C07-S28	12.4±0.2	47±2	318±4	19±2	302±4	7.5±0.9	1.5±0.2	2.3±0.2	288±11	9±1	3.9±0.5	1.9±0.2
UR-C08-S28	14.9±0.2	47±2	407±5	19±2	229±4	7.5±0.9	1.3±0.2	3.9±0.2	229±11	10±1	4.9±0.5	2±0.2
UR-C09-S28	13.9±0.2	49±2	424±5	19±2	212±4	7.6±0.9	1.1±0.2	3.2±0.2	241±11	10±1	4.7±0.5	2.1±0.2
UR-C10-S28	13.3±0.2	48±2	481±5	19±2	198±4	7.4±0.9	1.2±0.2	3.4±0.2	265±11	9±1	4.7±0.5	2.4±0.2
UR-C11-S28	13.8±0.2	46±2	481±5	19±2	212±4	7.7±0.9	<1	3.4±0.2	253±11	9±1	4.1±0.5	2.5±0.2
UR-D01-S28	7.7±0.2	64±2	148±3	20±2	274±4	8.1±0.9	1.7±0.2	3.8±0.2	288±10	12±1	5±0.4	2.4±0.2
UR-D02-S28	7.4±0.2	68±2	148±3	21±2	291±4	8.4±0.9	1.3±0.2	3.8±0.2	341±11	12±1	5.1±0.5	2.3±0.2
UR-D03-S28	7.4±0.2	68±2	147±3	22±2	298±4	8.5±0.9	1.3±0.2	3.4±0.2	300±11	13±1	5.3±0.5	2.9±0.3
UR-D04-S28	7.3±0.2	69±2	151±3	21±2	292±4	8.9±1	1.3±0.2	3.7±0.2	376±11	10±1	5.8±0.5	2.7±0.3
UR-D05-S28	7±0.2	71±2	152±3	22±2	287±4	8.9±1	1.5±0.2	4±0.2	335±11	12±1	6.2±0.5	2.9±0.3
UR-D06-S28	6.8±0.2	67±2	148±3	22±2	309±4	9±1	1.5±0.2	2.5±0.2	329±11	10±1	5.6±0.5	2.3±0.3
UR-D07-S28	6.6±0.2	65±2	147±3	21±2	316±4	9±1	1.5±0.2	4.1±0.2	347±11	9±1	5.3±0.5	2.2±0.3
UR-D08-S28	6.2±0.2	64±2	146±3	23±2	335±4	9.1±1	1.7±0.2	3.7±0.2	312±11	9±1	5.6±0.5	2.1±0.3
UR-D09-S28	6.3±0.2	63±2	146±3	22±2	333±4	9.1±1	1.7±0.2	3.3±0.2	323±11	9±1	5.1±0.5	2.4±0.3
UR-D10-S28	6.3±0.2	63±2	145±3	23±2	353±4	9±1	1.9±0.2	3.9±0.2	312±11	9±1	5.6±0.4	2.4±0.3
UR-D11-S28	6.4±0.2	63±2	143±3	21±2	336±4	9±1	1.9±0.2	3.2±0.2	312±11	9±1	5.8±0.4	1.8±0.2

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)