

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14688559>

АНАЛИЗ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ МЕТОДОМ СЛИЧИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

¹ Шавкат Отажонович Отажонов,

² Раъно Александровна Иргашева

¹ Национальный университет Узбекистана,

² Центральная лаборатория АО «Узбекгеологоразведка»

E-Mail: nora_89@bk.ru

АННОТАЦИЯ

В данной статье затронуты вопросы, связанные с анализом водных объектов: основные параметры, пути достижения точности результатов, современное оборудование для анализа воды, особенности работы отдельных лабораторий, выполняющих анализы этого типа в системе Министерства горной промышленности и геологии. Эти вопросы были обсуждены на однодневном семинаре, прошедшем 5 декабря 2024 г. в Центральной лаборатории АО «Узбекгеологоразведка».

Ключевые слова. Химический анализ воды, провайдер, методика выполнения измерений (МВИ), сличительный эксперимент (СЭ).

ABSTRACT

This article touches upon the issues related to the analysis of water bodies: basic parameters, ways to achieve accuracy of results, modern equipment for water analysis, peculiarities of work of individual laboratories performing analyses of this type in the system of the Ministry of Mines and Geology. These issues were discussed at a one-day seminar held on 5 December 2024 at the Central Laboratory of JSC “Uzbek geological exploration”.

Key words. Chemical analysis of water, provider, methodology of measurement fulfilment, comparison experiment (CE).

ВВЕДЕНИЕ.

Вода является одним из важнейших компонентов окружающей среды и жизненно необходимым ресурсом для существования человека, животных и растений. Качество воды оказывает прямое влияние на здоровье населения и

состояние экосистем. Поэтому контроль и оценка химического состава воды играют ключевую роль в обеспечении безопасного водоснабжения и сохранении природных водных ресурсов [1].

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ.

Химический анализ воды – это совокупность методов и процедур, направленных на определение химического состава и свойств воды.

Химический анализ воды необходим для:

1. Оценки пригодности воды для питья, бытовых, промышленных и сельскохозяйственных нужд.
2. Выявления загрязняющих веществ, которые могут оказывать токсическое воздействие на организм человека.
3. Мониторинга состояния поверхностных и подземных водоемов.
4. Разработки мероприятий по очистке и защите водных ресурсов.
5. Контроля соответствия воды санитарным нормам.

На практике геологоразведочных предприятий применяют следующие основные виды анализа химического состава воды:

- сокращённый (общий) анализ состава воды,
- расширенный химический анализ воды,
- многоэлементный анализ с использованием приборов с индуктивно-связанной плазмой ICP MS.

А. Сокращённый (общий) анализ состава воды.

Общий анализ воды является наиболее распространённым видом анализа, по результатам которого можно судить о качестве воды. При этом виде анализа определяются органолептические свойства воды, растворённые в воде содержания хлоридов, нитритов, нитратов, сульфатов, кальция и магния, натрия и калия, а также водородный показатель рН, характеризующий щёлочность или кислотность, жесткость воды [2].

В. Расширенный химический анализ.

Но часто требуется выполнить более обширный классический химический анализ на 38 элементов с определением каждого элемента по своей утверждённой методике или по ГОСТу [3-30].

ГОСТы для сточных вод: определяют предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ для сброса в водоемы, описывают методики выполнения определений отдельных элементов в воде, регламентируют требования к качеству питьевой воды.

С. Многоэлементный анализ с использованием приборов с индуктивно-связанной плазмой ICP MS.

Классический химический анализ трудоёмок, с достаточно высокими, но достаточными для практических целей, пределами обнаружения элементов.

Результаты, получаемые по этим методам, являются основными при подсчёте запасов подземных вод.

При поисковых работах, требующих определения отдельных примесей с очень низкими содержаниями используются методы выполнения измерений с использованием приборов с индуктивно-связанной плазмой ICP MS – масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой [31].

Приборы с индуктивно-связанной плазмой особенно применимы при работе с образцами, содержащими значительные концентрации матричных компонентов. Приборы обеспечивают детектирование элементов на уровне ppb и ppt, что делает его подходящим для анализа воды, почвы, биологических образцов и других сложных матриц.

Особенно приборы эффективны для анализа очень малых количеств воды, при анализе сложных образцов, когда химический анализ затруднен (например, вода в нефтепродуктах или в сложных органических смесях), а также в случаях, когда важна высокая скорость анализа.

Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой могут определяться в питьевых, природных водах практически все элементы периодической системы от алюминия до урана. Определение этих же элементов в сточных и осадочных водах также может определяться с внесением поправок на более сложный состав.

Методики анализа, в том числе и разработанные в Центральной лаборатории АО «Узбекгеологоразведка» позволяет проводить измерения содержания элементов в растворе анализируемой пробы без разбавления в диапазоне от 0,0001 mg/dm³ [32].

Если в пробах содержания элементов, выше указанных верхней границы измерений, пробу следует разбавить специально очищенной водой, но не более, чем в 100 раз с соответственными последующими расчётами.

Измерения на ICP MS выполняются следующим образом: В высокочастотную индуктивно связанную плазму, вводится жидкая проба в аэрозольном состоянии. В плазме происходит полное испарение пробы, разложение вещества пробы на молекулы и атомы, возбуждение и ионизация атомов. Далее через систему электронных линз и квадрупольный масс-фильтр элементы попадают на масс-детектор. Присутствие данного элемента в пробе методом масс-спектрометрии точно идентифицируются по отношению массы

элемента к заряду. Для устранения мешающего влияния на выбранные изотопы определяемых элементов полиатомных ионов, образующихся в плазме из состава матрицы пробы, реактивов и газов плазмы, применяют октопольную ячейку, которой оснащен спектрометр (ORS). Аналитические сигналы хранятся в памяти компьютера и используются для расчетов и контроля работы прибора.

Для получения надёжных результатов при измерениях на масс-спектрометре необходимо наличие сертифицированных стандартных образцов состава водных растворов ионов титана (IV), висмута, лития, теллура, фосфора, серы или их смеси с погрешностью аттестованного значения не более 2 %, а также сертифицированные многоэлементные стандартные растворы или аттестованные смеси.

Перед началом измерений ежедневно производится градуировку масс-спектрометра серии подготовленных проб, в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Для определения градуировочных характеристик по всем определяемым элементам, измеряют не менее двух раз аналитический сигнал холостого раствора и не менее двух раз аналитический сигнал градуировочных растворов элементов из каждой серии, в порядке возрастания массовых концентраций определяемых элементов.

Методика выполнения измерений обеспечивает получение результатов с характеристиками погрешности, значения которых не превышают допустимые значения.

Особое значение при этом приобретает **точность анализа**.

Точность измерений в широком смысле является фактором, определяющим уровень цивилизации. Поэтому постоянно лаборатории разрабатывают и(или) совершенствуют принципы измерений, создают всё новые методики выполнения измерений и, соответственно, эталоны сравнения.

Постоянно создаются и совершенствуются методики выполнения измерений, направленные на повышение точности аналитических измерений.

Точность метода – степень приближения к истинному содержанию искомого элемента в аналитических пробах.

Основной способ контроля точности измерений являются стандартные образцы состава (СОС). Ввиду того, что необходимо, чтобы состав стандартного образца должен быть примерно схож с составом изучаемой пробы, подобрать стандартные образцы для каждого конкретного случая является трудноразрешимой проблемой.

Так был придуман - новый способа контроля точности – активный межлабораторный контроль или сличительный эксперимент.

Межлабораторные сличительные испытания – это процесс, когда одна лаборатория (группа людей) рассылает одну или несколько проб в различные лаборатории, получает от лабораторий результаты анализа, обсчитывает их и посылает каждому участнику заключение о качестве их анализов.

Лаборатория, которая проводит сличительные испытания должна быть высококвалифицированной и иметь аттестат аккредитации на деятельность в качестве **провайдера** [33]. Она готовит материал проб, рассылает их по лабораториям, собирает и обобщает результаты измерений, проведенных в разных лабораториях, и информирует участников эксперимента о его результатах.

Центральная лаборатория АО «Узбекгеологоразведка», согласно решению ТК ГУ «Узбекского Центра аккредитации» является **провайдером** по анализу природных вод.

Число лабораторий «n» может быть неограниченно, чем больше, тем лучше. Когда число «n» больше трех процесс будет называться сличительным экспериментом, меньше трех – внешним контролем.

Когда это число равно единице, то это будет контроль воспроизводимости, а если как проба используется стандартный образец, то это будет контроль правильности.

Сличительный эксперимент широко применяется Центральной лабораторией АО «Узбекгеологоразведка» при проверке квалификации лабораторий, выполняющих анализ вод [34].

Каждая лаборатория отрасли проверяется этим способом дважды в год путём направления, как правило, двух проб воды. Обычно участвуют в сличениях 10 лабораторий.

В практике лабораторий отрасли обычно выполняется три типа анализа:

Наиболее распространенный – сокращённый анализ 10-15 параметров.

Центральная лаборатория, в качестве провайдера проводит межлабораторный сличительный эксперимент по проверке квалификации гидрохимических лабораторий отрасли.

В качестве примера можно привести результаты одного из этапов процесса, осуществленного в сентябре-октябре 2024 года.

РЕЗУЛЬТАТЫ.

Результаты СЭ анализируются и выдаются рекомендации по выявленным несоответствиям. Таким образом на постоянной основе по данным сличительных экспериментов корректируется качество работы лабораторий отрасли.

Центральной лабораторией АО «Узбекгеологоразведка» были подготовлены образцы для проверки квалификации (ОПК):

- ОПК VSCL-1 для проведения испытаний на следующие показатели: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , сухой остаток, жесткость общая, pH.

- ОПК VSCL-2 для проведения испытаний на следующие показатели: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , сухой остаток, жесткость общая, pH.

Для соблюдения конфиденциальности каждой лаборатории присваивается кодовый номер.

Статистическая обработка

Полученные результаты были обработаны в несколько этапов:

1 На первом этапе оценки полученных результатов участников из расчетов удалены очевидные выбросы:

- данные с некорректными единицами измерений;
- ошибка в порядке предоставленного значения.

2 Проведена визуальная оценка результатов для определения распределения результатов.

На втором этапе рассчитываются метрологические характеристики [35], степень близости полученного значения определенного параметра к приписанному значению, т.е. проводится расчёт z-индекса по следующей формуле:

- z-индекс

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt\ lit}} (1)$$

где

x_i – результат одной лаборатории;

x_{pt} – приписанное значение;

$\sigma_{pt\ lit}$ – стандартное отклонение для оценки квалификации.

Индексы имеют следующую интерпретацию:

$|z| \leq 2,0$ – результат удовлетворительный и не требующий выполнения действий;

$2,0 < |z| < 3,0$ – сомнительный результат, требующий корректирующих действий;

$|z| \geq 3,0$ – неудовлетворительный результат, требующий выполнения корректирующих действий.

Значения индексов округляются до второго знака после запятой во избежание необоснованного попадания результатов лабораторий в «неудовлетворительные».

Сводная оценка результатов

При обработке поступивших результатов проведены выполнения измерений, необходимые для объяснения наблюдаемых различий (в случае необходимости).

Участникам, получившим сомнительные и неудовлетворительные результаты, рекомендуется выяснить причины и, при необходимости, осуществить корректирующие действия.

К наиболее вероятным причинам сомнительных и(или) неудовлетворительных результатов можно отнести:

- несоблюдение условий хранения образцов для проверки квалификации;
- нарушение условий транспортировки;
- отклонение от инструкций к ОПК;
- проведение испытаний образца через некоторое время после вскрытия его упаковки, а не сразу;
- нарушение процедуры проведения измерений и неправильность обработки и(или) представления полученных результатов;
- недостаточно точное соблюдение всех процедур, предусмотренных методиками испытаний, а также недостаточную эффективность внутрилабораторного контроля качества результатов испытаний.

Полученные результаты приписанных значений ОПК и стандартные отклонения от приписанных значений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Приписанные значения ОПК и стандартные отклонения от приписанных значений

<i>Определяемый показатель</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Приписанное значение VSCL-1</i>	<i>Стандартное отклонение VSCL-1</i>	<i>Приписанное значение VSCL-2</i>	<i>Стандартное отклонение VSCL-2</i>
Натрий	<i>mg/dm³</i>	6,55	0,98	6,45	0,97
Кальций	<i>mg/dm³</i>	22,42	3,36	9,00	1,35
Магний	<i>mg/dm³</i>	9,10	1,54	5,91	0,89
Хлориды	<i>mg/dm³</i>	6,17	1,85	10,75	1,61
Гидрокарбонат-ион	<i>mg/dm³</i>	102,00	10,20	32,73	4,91
Жесткость общая	<i>mg-экв/dm³</i>	1,85	0,28	0,91	0,27
Водородный показатель		7,16	1,43	6,85	1,37
Общая минерализация (сухой остаток)	<i>mg/dm³</i>	118,17	11,82	77,30	7,73
Сульфаты	<i>mg/dm³</i>	12,30	3,69	17,90	1,61

Показатель «Катион Натрия»

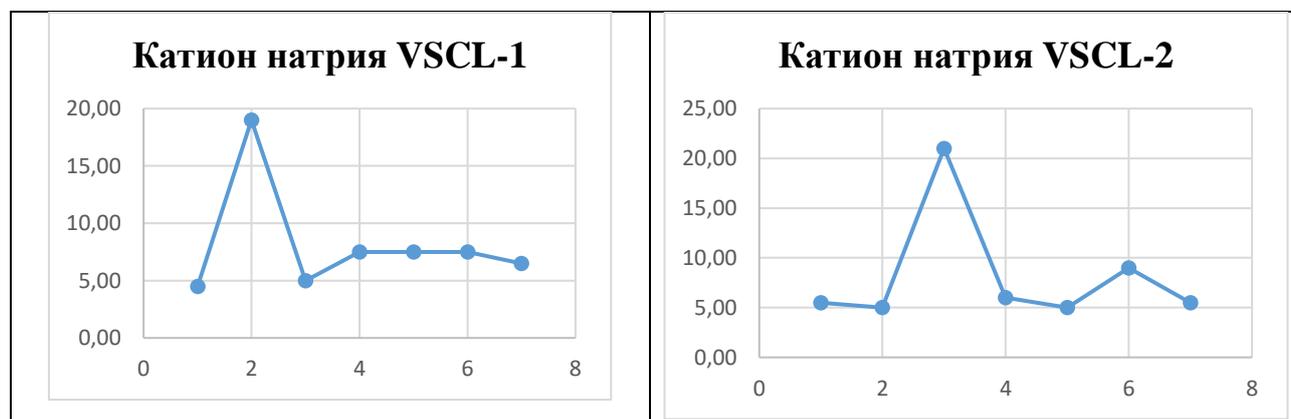
Таблица 2 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Катион Натрия»

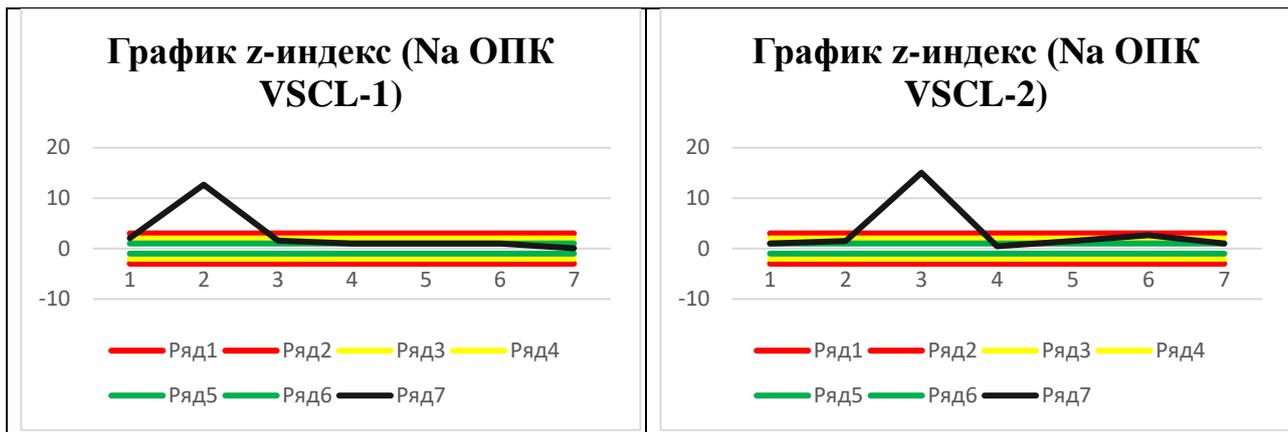
№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	6,55	4,50	2,05	0,98	2,09	сомн.
2	2	mg/dm ³	6,55	19,00	12,45	0,98	12,67	неуд.
3	4	mg/dm ³	6,55	5,00	1,55	0,98	1,58	удовл.
4	5	mg/dm ³	6,55	7,50	0,95	0,98	0,97	удовл.
5	6	mg/dm ³	6,55	7,50	0,95	0,98	0,97	удовл.
6	7	mg/dm ³	6,55	7,50	0,95	0,98	0,97	удовл.
7	8	mg/dm ³	6,55	6,50	0,05	0,98	0,05	удовл.

Таблица 3 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Катион Натрия»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	6,45	5,50	0,95	0,97	0,98	удовл.
2	2	mg/dm ³	6,45	21,00	14,55	0,97	15,04	неуд.
3	4	mg/dm ³	6,45	6,00	0,45	0,97	0,47	удовл.
4	5	mg/dm ³	6,45	5,00	1,45	0,97	1,50	удовл.
5	6	mg/dm ³	6,45	9,00	2,55	0,97	2,64	сомн.
6	7	mg/dm ³	6,45	5,50	0,95	0,97	0,98	удовл.
7	8	mg/dm ³	6,45	5,50	0,95	0,97	0,98	удовл.

График 1 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Катион Натрия»





Показатель «Катион Кальция»

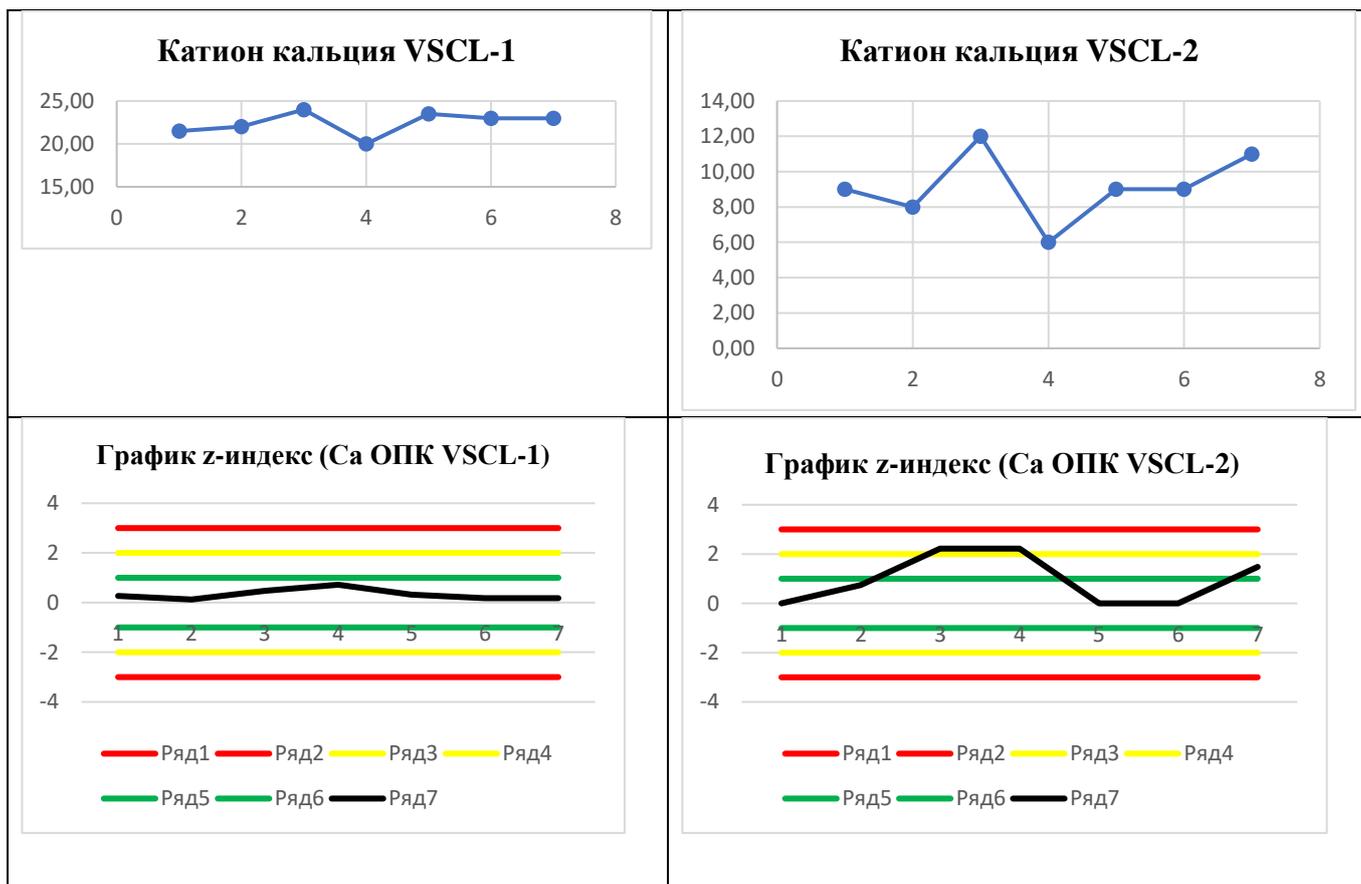
Таблица 4 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Катион Кальция»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	22,42	21,50	0,92	3,36	0,27	удовл.
2	2	mg/dm ³	22,42	22,00	0,42	3,36	0,12	удовл.
3	4	mg/dm ³	22,42	24,00	1,58	3,36	0,47	удовл.
4	5	mg/dm ³	22,42	20,00	2,42	3,36	0,72	удовл.
5	6	mg/dm ³	22,42	23,50	1,08	3,36	0,32	удовл.
6	7	mg/dm ³	22,42	23,00	0,58	3,36	0,17	удовл.
7	8	mg/dm ³	22,42	23,00	0,58	3,36	0,17	удовл.

Таблица 5 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Катион Кальция»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	9,00	9,00	0,00	1,35	0,00	удовл.
2	2	mg/dm ³	9,00	8,00	1,00	1,35	0,74	удовл.
3	4	mg/dm ³	9,00	12,00	3,00	1,35	2,22	сомн.
4	5	mg/dm ³	9,00	6,00	3,00	1,35	2,22	сомн.
5	6	mg/dm ³	9,00	9,00	0,00	1,35	0,00	удовл.
6	7	mg/dm ³	9,00	9,00	0,00	1,35	0,00	удовл.
7	8	mg/dm ³	9,00	11,00	2,00	1,35	1,48	удовл.

График 2 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Катион Кальция»



Показатель «Катион Магния»

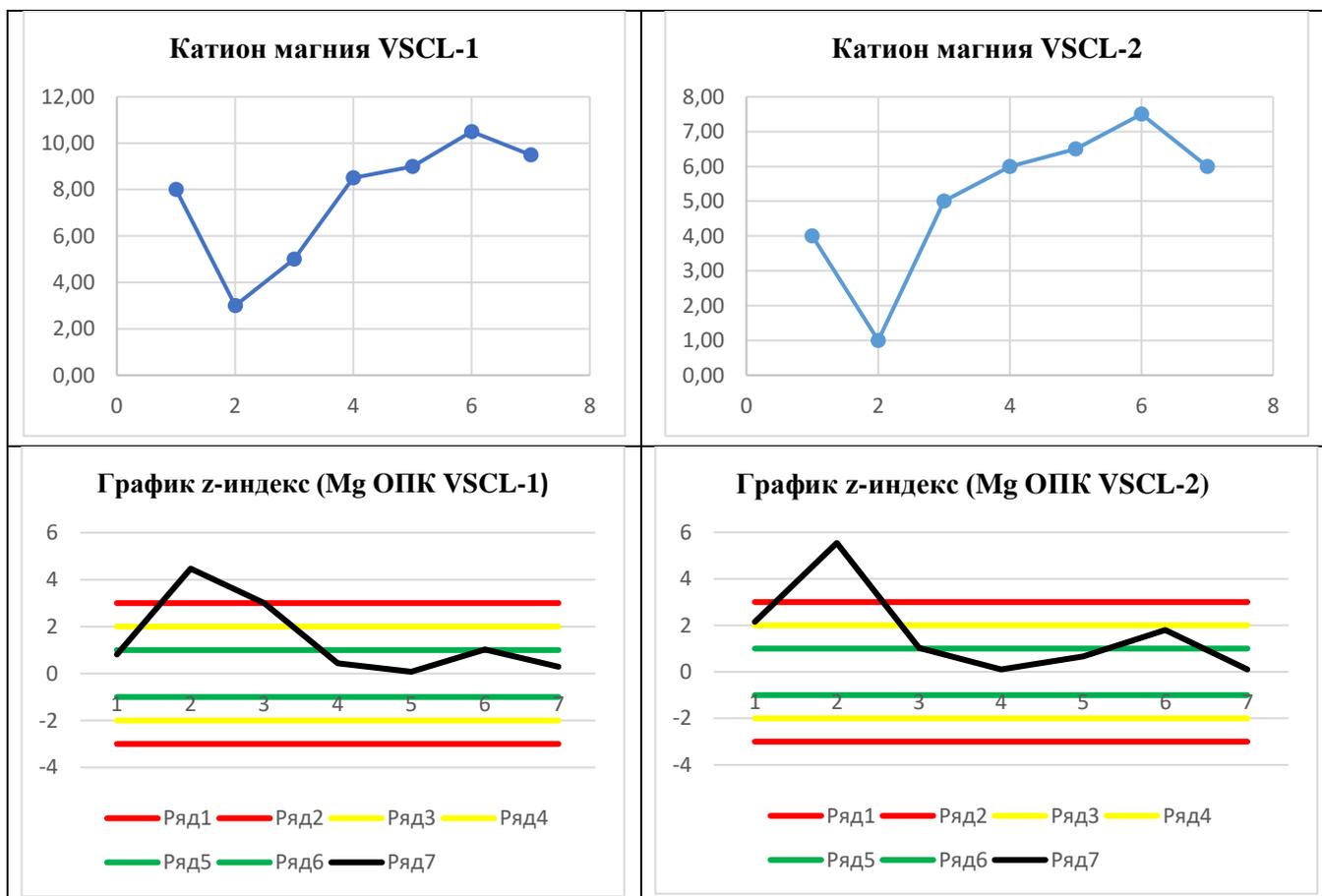
Таблица 6 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Катион Магния»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	9,10	8,00	1,10	1,37	0,81	удовл.
2	2	mg/dm ³	9,10	3,00	6,10	1,37	4,47	неуд.
3	4	mg/dm ³	9,10	5,00	4,10	1,37	3,00	неуд.
4	5	mg/dm ³	9,10	8,50	0,60	1,37	0,44	удовл.
5	6	mg/dm ³	9,10	9,00	0,10	1,37	0,07	удовл.
6	7	mg/dm ³	9,10	10,50	1,40	1,37	1,03	удовл.
7	8	mg/dm ³	9,10	9,50	0,40	1,37	0,29	удовл.

Таблица 7 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Катион Магния»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	5,91	4,00	1,91	0,89	2,15	сомн.
2	2	mg/dm ³	5,91	1,00	4,91	0,89	5,54	неуд.
3	4	mg/dm ³	5,91	5,00	0,91	0,89	1,03	удовл.
4	5	mg/dm ³	5,91	6,00	0,09	0,89	0,10	удовл.
5	6	mg/dm ³	5,91	6,50	0,59	0,89	0,67	удовл.
6	7	mg/dm ³	5,91	7,50	1,59	0,89	1,79	удовл.
7	8	mg/dm ³	5,91	6,00	0,09	0,89	0,10	удовл.

График 3 – Графики результатов СЭ участников ОПК VSCL-1 и VSCL-2 по показателю «Катион Магния»



Показатель «Анион хлора»

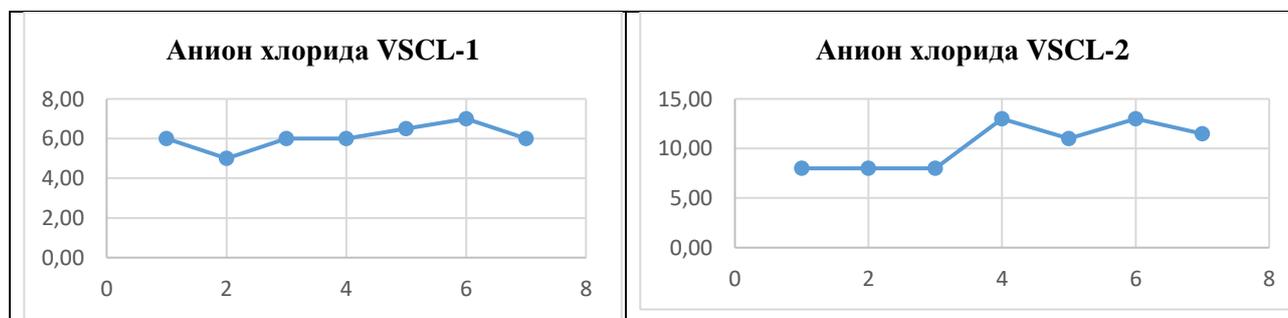
Таблица 8 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК VSCL-1 по показателю «Анион хлора»

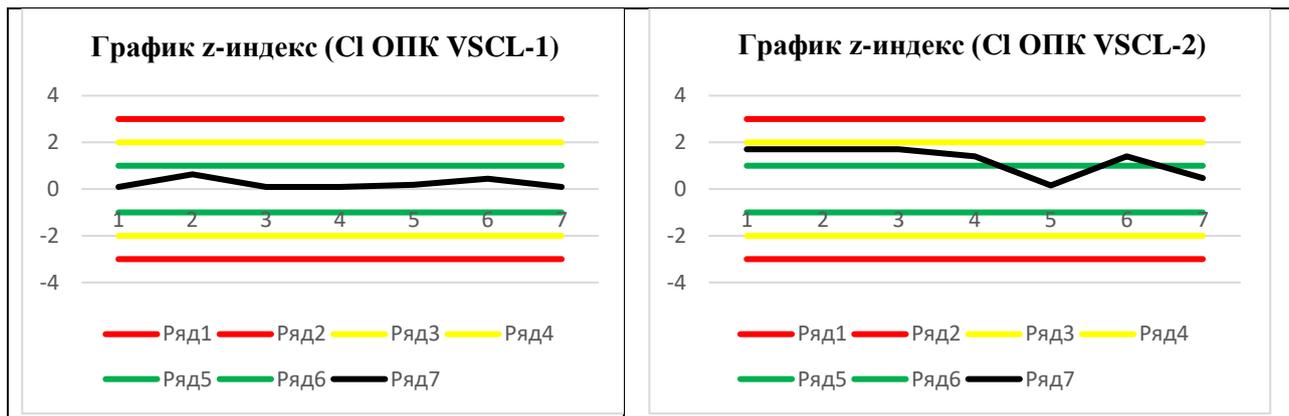
№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	6,17	6,00	0,17	1,85	0,09	удовл.
2	2	mg/dm ³	6,17	5,00	1,17	1,85	0,63	удовл.
3	4	mg/dm ³	6,17	6,00	0,17	1,85	0,09	удовл.
4	5	mg/dm ³	6,17	6,00	0,17	1,85	0,09	удовл.
5	6	mg/dm ³	6,17	6,50	0,33	1,85	0,18	удовл.
6	7	mg/dm ³	6,17	7,00	0,83	1,85	0,45	удовл.
7	8	mg/dm ³	6,17	6,00	0,17	1,85	0,09	удовл.

Таблица 9 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Анион хлора»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	10,75	8,00	2,75	1,61	1,71	удовл.
2	2	mg/dm ³	10,75	8,00	2,75	1,61	1,71	удовл.
3	4	mg/dm ³	10,75	8,00	2,75	1,61	1,71	удовл.
4	5	mg/dm ³	10,75	13,00	2,25	1,61	1,40	удовл.
5	6	mg/dm ³	10,75	11,00	0,25	1,61	0,16	удовл.
6	7	mg/dm ³	10,75	13,00	2,25	1,61	1,40	удовл.
7	8	mg/dm ³	10,75	11,50	0,75	1,61	0,47	удовл.

График 4 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Анион хлора»





Показатель «Анион сульфата»

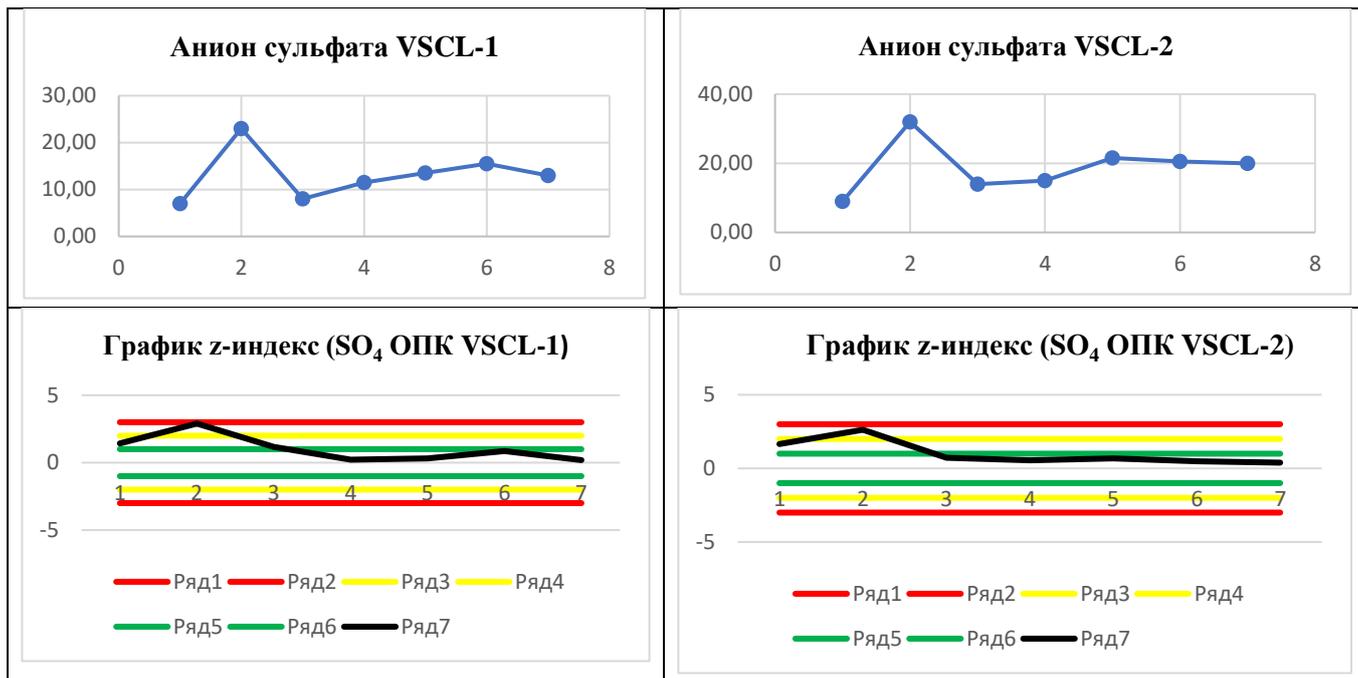
Таблица 10 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Анион сульфата»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	12,30	7,00	5,30	3,69	1,44	удовл.
2	2	mg/dm ³	12,30	23,00	10,70	3,69	2,90	сомн.
3	4	mg/dm ³	12,30	8,00	4,30	3,69	1,17	удовл.
4	5	mg/dm ³	12,30	11,50	0,80	3,69	0,22	удовл.
5	6	mg/dm ³	12,30	13,50	1,20	3,69	0,33	удовл.
6	7	mg/dm ³	12,30	15,50	3,20	3,69	0,87	удовл.
7	8	mg/dm ³	12,30	13,00	0,70	3,69	0,19	удовл.

Таблица 11 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Анион сульфата»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	17,90	9,00	8,90	5,37	1,66	удовл.
2	2	mg/dm ³	17,90	32,00	14,10	5,37	2,63	сомн.
3	4	mg/dm ³	17,90	14,00	3,90	5,37	0,73	удовл.
4	5	mg/dm ³	17,90	15,00	2,90	5,37	0,54	удовл.
5	6	mg/dm ³	17,90	21,50	3,60	5,37	0,67	удовл.
6	7	mg/dm ³	17,90	20,50	2,60	5,37	0,48	удовл.
7	8	mg/dm ³	17,90	20,00	2,10	5,37	0,39	удовл.

График 5 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Анион сульфата»



Показатель «Анион гидрокарбоната»

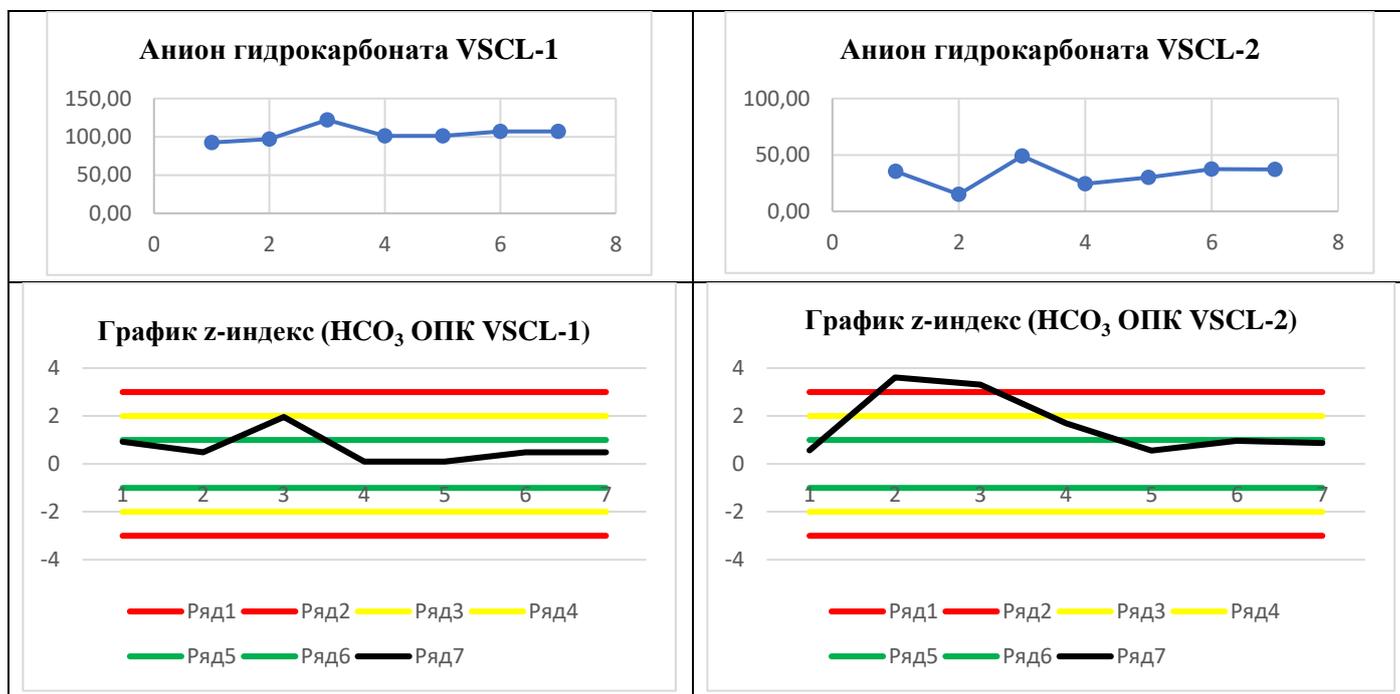
Таблица 12 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Анион гидрокарбоната»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	102,00	92,50	9,50	10,20	0,93	удовл.
2	2	mg/dm ³	102,00	97,00	5,00	10,20	0,49	удовл.
3	4	mg/dm ³	102,00	122,00	20,00	10,20	1,96	удовл.
4	5	mg/dm ³	102,00	101,00	1,00	10,20	0,10	удовл.
5	6	mg/dm ³	102,00	101,00	1,00	10,20	0,10	удовл.
6	7	mg/dm ³	102,00	107,00	5,00	10,20	0,49	удовл.
7	8	mg/dm ³	102,00	107,00	5,00	10,20	0,49	удовл.

Таблица 13 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Анион гидрокарбоната»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	32,73	35,50	2,77	4,91	0,56	удовл.
2	2	mg/dm ³	32,73	15,00	17,73	4,91	3,61	неуд.
3	4	mg/dm ³	32,73	49,00	16,27	4,91	3,31	неуд.
4	5	mg/dm ³	32,73	24,40	8,33	4,91	1,70	удовл.
5	6	mg/dm ³	32,73	30,00	2,73	4,91	0,56	удовл.
6	7	mg/dm ³	32,73	37,50	4,77	4,91	0,97	удовл.
7	8	mg/dm ³	32,73	37,00	4,27	4,91	0,87	удовл.

График 6 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Анион гидрокарбоната»



Показатель «Жесткость»

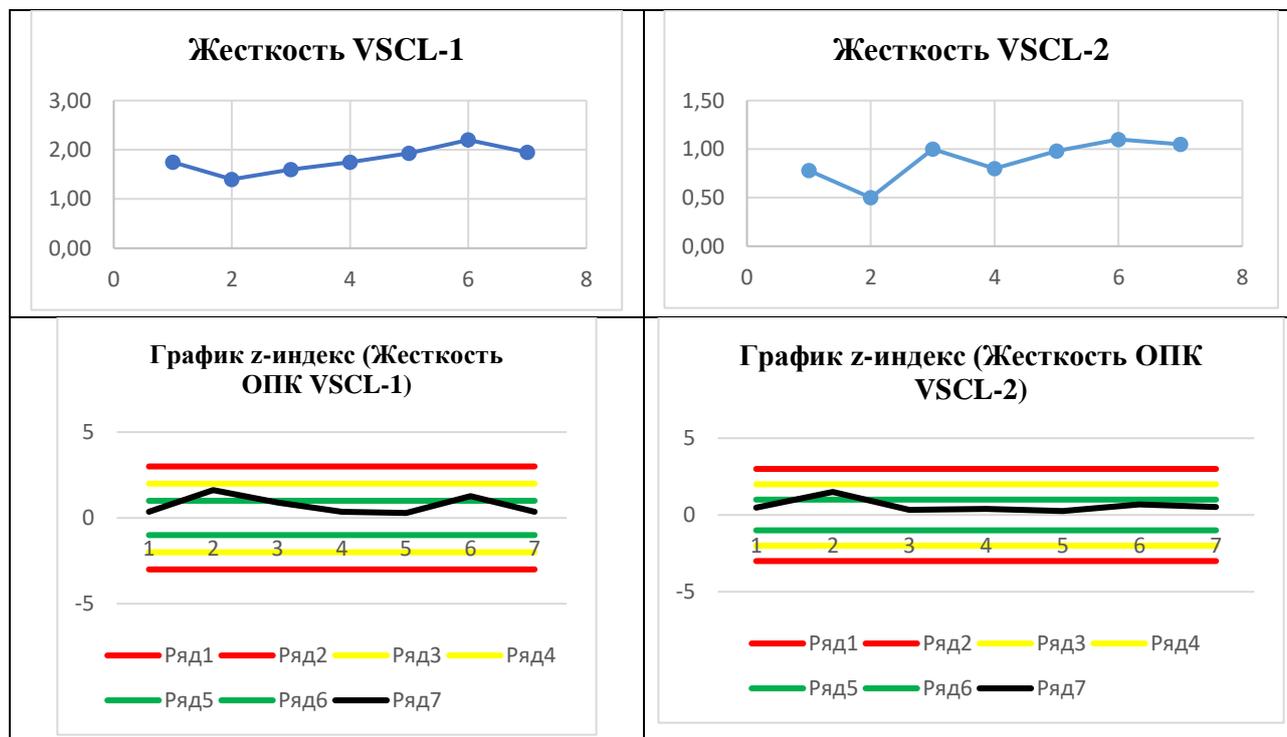
Таблица 14 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Жесткость»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg-экв/dm ³	1,85	1,70	0,15	0,28	0,54	удовл.
2	2	mg-экв/dm ³	1,85	1,40	0,45	0,28	1,62	удовл.
3	4	mg-экв/dm ³	1,85	1,60	0,25	0,28	0,90	удовл.
4	5	mg-экв/dm ³	1,85	1,75	0,10	0,28	0,36	удовл.
5	6	mg-экв/dm ³	1,85	1,90	0,05	0,28	0,18	удовл.
6	7	mg-экв/dm ³	1,85	2,20	0,35	0,28	1,26	удовл.
7	8	mg-экв/dm ³	1,85	2,00	0,15	0,28	0,54	удовл.

Таблица 15 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Жесткость»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg-экв/dm ³	0,91	0,78	0,13	0,27	0,48	удовл.
2	2	mg-экв/dm ³	0,91	0,50	0,41	0,27	1,50	удовл.
3	4	mg-экв/dm ³	0,91	1,00	0,09	0,27	0,33	удовл.
4	5	mg-экв/dm ³	0,91	0,80	0,11	0,27	0,40	удовл.
5	6	mg-экв/dm ³	0,91	0,98	0,07	0,27	0,26	удовл.
6	7	mg-экв/dm ³	0,91	1,10	0,19	0,27	0,70	удовл.
7	8	mg-экв/dm ³	0,91	1,05	0,14	0,27	0,51	удовл.

График 7 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Жесткость»



Показатель «Водородный показатель»

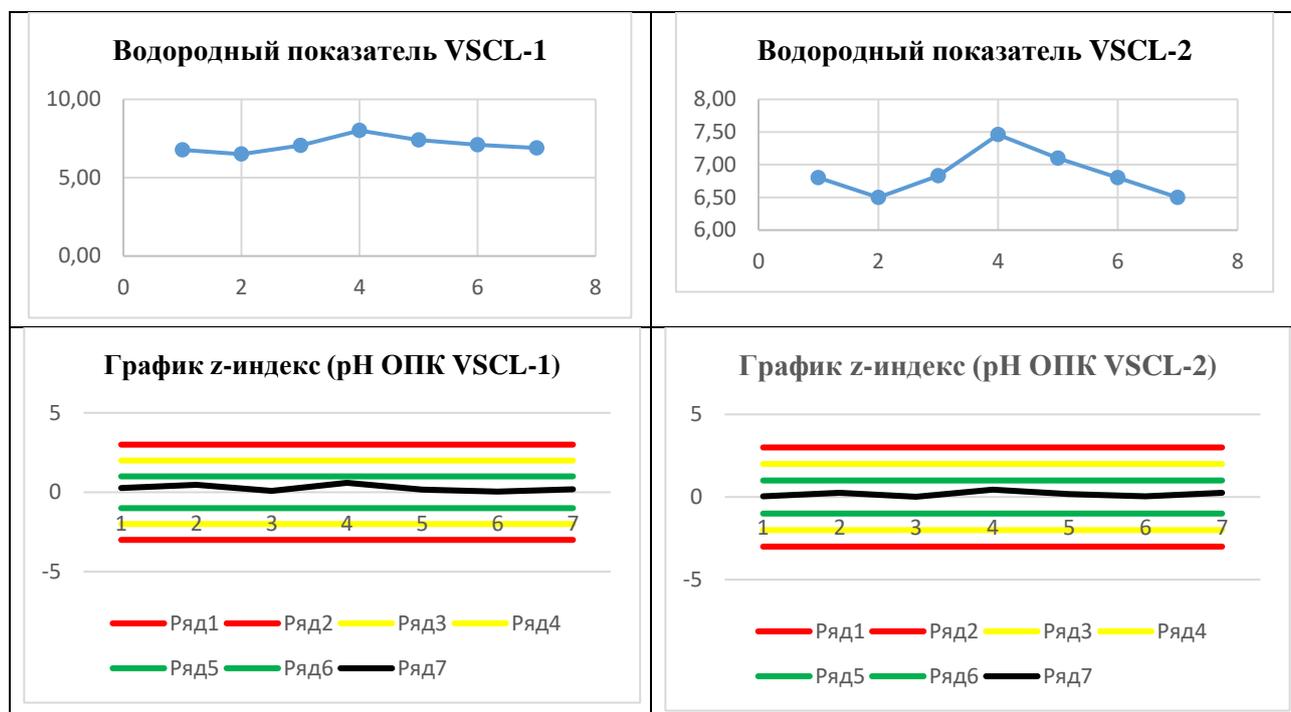
Таблица 16 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Водородный показатель»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1		7,16	6,78	0,38	1,43	0,27	удовл.
2	2		7,16	6,50	0,66	1,43	0,46	удовл.
3	4		7,16	7,05	0,11	1,43	0,08	удовл.
4	5		7,16	8,01	0,85	1,43	0,59	удовл.
5	6		7,16	7,40	0,24	1,43	0,17	удовл.
6	7		7,16	7,10	0,06	1,43	0,04	удовл.
7	8		7,16	6,90	0,26	1,43	0,18	удовл.

Таблица 17 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Водородный показатель»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1		6,85	6,80	0,05	1,37	0,04	удовл.
2	2		6,85	6,50	0,35	1,37	0,26	удовл.
3	4		6,85	6,83	0,02	1,37	0,01	удовл.
4	5		6,85	7,46	0,61	1,37	0,45	удовл.
5	6		6,85	7,10	0,25	1,37	0,18	удовл.
6	7		6,85	6,80	0,05	1,37	0,04	удовл.
7	8		6,85	6,50	0,35	1,37	0,26	удовл.

График 8 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Водородный показатель»



Показатель «Сухой остаток»

Таблица 18 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* по показателю «Сухой остаток»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	118,17	103,00	15,17	11,82	1,28	удовл.
2	2	mg/dm ³	118,17	127,00	8,83	11,82	0,75	удовл.
3	4	mg/dm ³	118,17	128,00	9,83	11,82	0,83	удовл.
4	5	mg/dm ³	118,17	116,50	1,67	11,82	0,14	удовл.
5	6	mg/dm ³	118,17	119,00	0,83	11,82	0,07	удовл.
6	7	mg/dm ³	118,17	129,00	10,83	11,82	0,92	удовл.
7	8	mg/dm ³	118,17	114,00	4,17	11,82	0,35	удовл.

Таблица 19 – Сводная таблица результатов СЭ участников ОПК *VSCL-2* по показателю «Сухой остаток»

№ п/п	Шифр лаборатории	Единица измерений	опорное значение	фактическое значение	погрешность фактическая	допустимая погрешность	индекс Z	Комментарий
1	1	mg/dm ³	77,30	69,00	8,30	7,73	1,07	удовл.
2	2	mg/dm ³	77,30	90,00	12,70	7,73	1,64	удовл.
3	4	mg/dm ³	77,30	82,00	4,70	7,73	0,61	удовл.
4	5	mg/dm ³	77,30	77,50	0,20	7,73	0,03	удовл.
5	6	mg/dm ³	77,30	78,00	0,70	7,73	0,09	удовл.
6	7	mg/dm ³	77,30	220,00	142,70	7,73	18,46	несуд.
7	8	mg/dm ³	77,30	76,00	1,30	7,73	0,17	удовл.

График 9 – Графики результатов СЭ участников ОПК *VSCL-1* и *VSCL-2* по показателю «Сухой остаток»

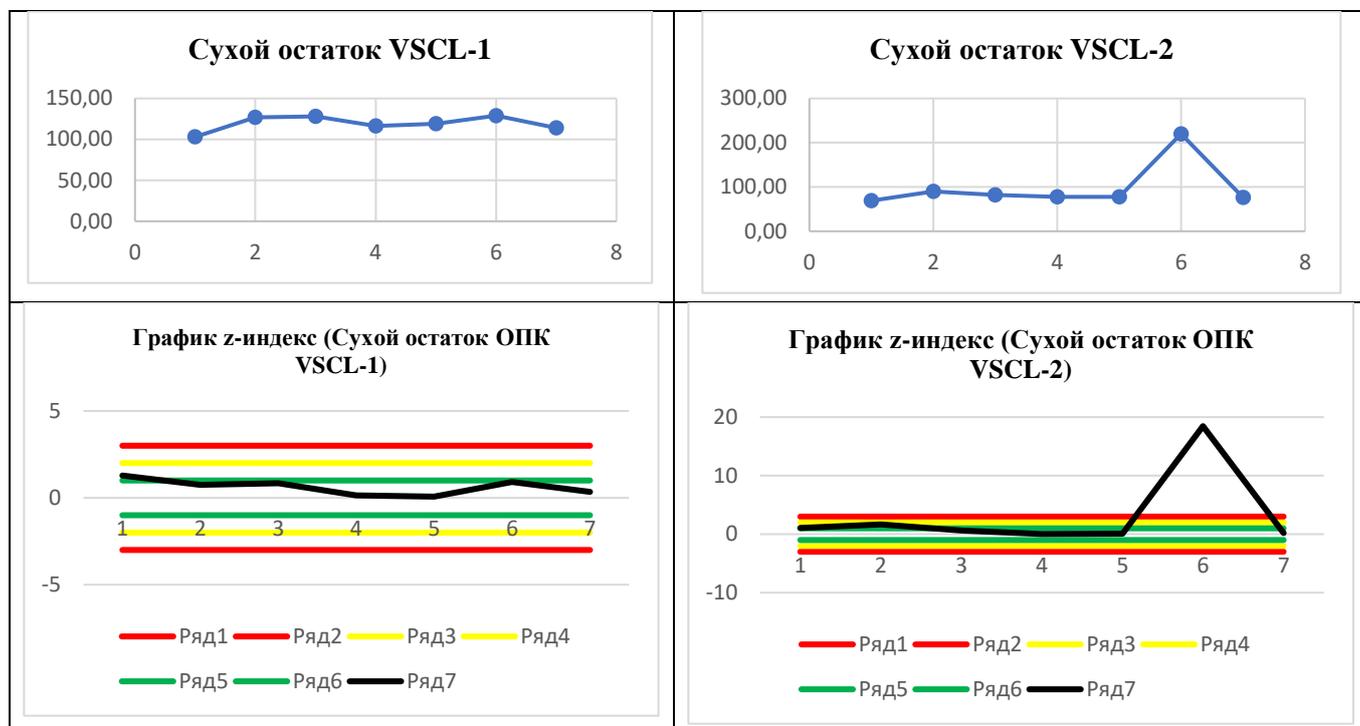


Таблица 23 – Обобщённые результаты компонентов ОПК воды VSCL-1 в СЭ

Компонент	Полученные оценки, %		
	Удовлетворительный	Сомнительный	Неудовлетворительный
Натрий	83,333	8,333	8,333
Кальций	100	-	-
Магний	83,33	-	16,67
Хлориды	100	-	-
Гидрокарбонат-ион	100	-	-
Жесткость общая	100	-	-
Водородный показатель	100	-	-
Общая минерализация (сухой остаток)	100	-	-
Сульфаты	91,66	8,33	-

Таблица 24 – Обобщённые результаты компонентов ОПК воды VSCL-2 в СЭ

Компонент	Полученные оценки, %		
	Удовлетворительный	Сомнительный	Неудовлетворительный
Натрий	75	16,67	8,33
Кальций	66,67	33,33	-
Магний	66,67	25	8,33
Хлориды	75	25	-

Компонент	Полученные оценки, %		
	Удовлетворительный	Сомнительный	Неудовлетворительный
Гидрокарбонат-ион	83,33	-	16,67
Жесткость общая	100	-	-
Водородный показатель	100	-	-
Общая минерализация (сухой остаток)	83,33	-	16,67
Сульфаты	83,33	16,67	-

ОБСУЖДЕНИЯ.

Большая часть лабораторий показали удовлетворительные результаты.

Участникам, получившим сигналы предупреждения (сомнительный результат) и действия (неудовлетворительный результат), рекомендуется выяснить причины проявления сигналов, осуществить корректирующие действия, задокументировать их, выяснить и устранить причины неудовлетворительных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Сличительный эксперимент показал на неудовлетворительные данные, представленные отдельными лабораториями. Были выданы рекомендации по устранению недостатков.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. O‘z MSt 133:2024 “Ichimlik suvi. Gigiyenik talablar va sifatini nazorat qilish”.
2. В.И. Николаева, К.В. Буваков. Общий анализ воды. Методические указания. Издательство Томского политехнического университета, 2012 г.
3. ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа».
4. ОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов».
5. ГОСТ 4388-72 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди».
6. ГОСТ 4389-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов».
7. ГОСТ 18164-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка».
8. ГОСТ 18190-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора».

9. ГОСТ 18293-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра».
10. ГОСТ 18301-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного озона».
11. ГОСТ 18308-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания молибдена».
12. ГОСТ 18963-73 «Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа».
13. ГОСТ 3351-74 «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности».
14. ГОСТ 19355-85 «Вода питьевая. Методы определения полиакриламида».
15. ГОСТ 27065-86 «Качество вод. Термины и определения».
16. ГОСТ 23950-88 «Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации стронция».
17. ГОСТ 4152-89 «Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации мышьяка».
18. ГОСТ 4386-89 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов».
19. ГОСТ 19413-89 «Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации селена».
20. O'z DSt 540-2000 «Вода питьевая. Минеральные, лечебные».
21. O'z DSt 3277-2000 «Вода питьевая. Вода, расфасованная в ёмкости».
22. ГОСТ 27384-2002 «Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств».
23. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб».
24. ГОСТ 31868-2012 «Вода. Методы определения цветности».
25. ГОСТ 4974-2014 «Вода питьевая. Определение содержания марганца фотометрическим методом».
26. ГОСТ 18165-2014 «Вода питьевая. Метод определения содержания алюминия».
27. ГОСТ 18294-2004 «Вода питьевая. Метод определения содержания бериллия».
28. ГОСТ 18309-2014 «Вода. Метод определения фосфорсодержащих веществ».
29. ГОСТ 33045-2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ».

30. ГОСТ 33537-2015 (ISO 8288:1986) «Качество воды определение содержания кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца Методы пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии».

31. М.А. Мундузова, Х.С. Сабиров «Физико-химические методы анализа геологических объектов». Журнал «Геология и минеральные ресурсы», №4, 2023 г.

32. O‘z O‘U 0704:2016 (Методика КХА №480-Х) "Определение элементного состава природных и питьевых вод методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой", разработанной и актуализированной в России (редакция 2016г.)

33. O‘z MSt ISO/IEC 17043:2024 «Оценка соответствия. Общие требования к компетентности провайдеров проверки квалификации».

34. Ш.О. Отажонов, Х. Сабиров, Р.А. Иргашева «Межлабораторные сличения – основной инструмент проверки квалификации лабораторий». Educational Research in Universal Sciences VOLUME 3, ISSUE 10 ISSN: 2181-3515 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13987294>.

35. ГОСТ Р 50779.60-2017 (ISO 13528:2015) «Статистические методы. Применение при проверке квалификации посредством межлабораторных испытаний».