

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОМУ ОПРОБОВАНИЮ
И ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИМ
ИССЛЕДОВАНИЯМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
(применительно к СанПиН 2.1.4.1074-01)**



**"ГИДЭК"
Москва 2002**

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ВРЕМЕННЫЕ
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОМУ ОПРОБОВАНИЮ
И ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИМ
ИССЛЕДОВАНИЯМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
(применительно к СанПиН 2.1.4.1074-01)**



**"ГИДЭК"
Москва 2002**

**"ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по
гидрогеохимическому опробованию и химико-аналитическим
исследованиям подземных вод
(применительно к СанПиН 2.1.4.1074-01)"**

Краткая аннотация: Изложены современные критерии оценки качества питьевых вод на территории России. Рассмотрены общие требования к изучению качества питьевых вод. С геохимических позиций дан анализ СанПиН 2.1.4.1074-01. Предложена гидрогеохимическая типизация месторождений подземных питьевых вод. Разработаны рекомендации по гидрогеохимическому опробованию водоносных горизонтов, которые касаются предварительной прокачки скважин, химико-аналитических определений интегральных и неустойчивых показателей качества подземных вод в полевых условиях, фильтрации водных проб, консервации фильтратов. Оценены лабораторные и полевые методики анализа показателей качества подземных вод. Изложены методы консервации и условия хранения водных проб для лабораторных определений компонентов химического состава подземных вод.

**Разработчик: Гидрогеоэкологическая научно-производственная
и проектная фирма "ГИДЭК"**

Составители к.г.-м.н. Закутин В.П., к.г.-м.н. Л.В.Боревский

Редактор: Кочетков М.В.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ рассмотрены и одобрены
Управлением ресурсов подземных вод, геоэкологии и мониторинга
геологической среды МПР России (протокол № 8 от 08.05.2002 г.)**

**© МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, 2002г.**

**© ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАУЧНО-
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ПРОЕКТНАЯ
ФИРМА «ГИДЭК», 2002г.**

СО Д Е Р Ж А Н И Е

		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ.....	4
1	СОВРЕМЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ВОД И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ИЗУЧЕНИЮ.....	8
2	АНАЛИЗ СанПиН 2.1.4.1074-01 С ГИДРОГЕОХИМИ- ЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ.....	17
3	ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД.....	20
4	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОМУ ОПРОБОВАНИЮ И ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРЕБОВАНИЯМ СанПиН 2.1.4.1074-01.....	27
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
	ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ, МЕТОДИЧЕСКИХ И СПРАВОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	51
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	53
	Приложение 1. Сравнение предельно-допустимых концентраций показателей качества питьевых вод по требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 с нормативами ВОЗ, ЕС и США.....	54
	Приложение 2. Лабораторные и полевые методы определений обобщенных, санитарно-токсикологических и органолептических показателей качества питьевых подземных вод.....	56
	Приложение 3. Методы консервации и условия хранения водных проб для лабораторных определений обобщенных, санитарно-токсикологических и радиологических показателей качества подземных питьевых вод.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Введение в действие Санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.1074-01¹ «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», содержащих принципиально новые требования к оценке состава подземных вод по комплексу микробиологических, санитарно-токсикологических, органолептических, радиационных показателей, определяет необходимость усовершенствования существующих и разработки новых унифицированных методов гидрогеохимического изучения месторождений подземных питьевых вод при мониторинге подземных вод и проведении поисково-разведочных работ.

Сами «Санитарные правила...» и «Методические указания по их внедрению и применению (МУ 2.1.4.682-97) предназначены для органов государственной исполнительной власти и органов местного самоуправления, предприятий, организаций, учреждений и т.д., осуществляющих проектирование, строительство, эксплуатацию систем водоснабжения и обеспечения населения питьевой водой, а также организаций, обеспечивающих государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

Названные нормативно-методические документы не учитывают специфику гидрогеологических работ, тогда как гидрогеологические исследования, проводимые при поисках, разведке и мониторинге подземных питьевых вод направлены на решение целого ряда самостоятельных задач.

Основные из них следующие:

- ☐ оценка общих гидрогеохимических условий месторождения подземных питьевых вод по его площади и в разрезе;
- ☐ получение детальных характеристик качества поверхностных подземных вод продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов с выделением их геохимических типов, пределов вариаций интегральных показателей их химического состава, содержания макрокомпонентов, нормируемых микроэлементов и соединений, органолептических, радиационных, микробиоло-

¹ СанПиН 2.1.4.1074-01 введен в действие с 01.01.02 г. По своим требованиям, предъявляемым к качеству питьевых вод, он в принципе соответствует нормативам ранее действующего СанПиН 2.1.4.559-96.

- гических показателей с их анализом изменчивости по площади и разрезу эксплуатируемого горизонта, а также по сезонам года;
- оценка соответствия качества подземных вод требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, а также ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора»;
 - изучение содержаний в составе подземных вод компонентов техногенного происхождения с выявлением их источников;
 - изучение условий формирования химического состава подземных вод;
 - получение детальных характеристик возможных источников изменения качества подземных вод в процессе эксплуатации водоносных горизонтов;
 - прогноз стабильности (изменчивости) качества вод.

Отбор, консервация, хранение и транспортирование проб воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения, проводят по ГОСТ 4979 «Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб», ГОСТ 24481-80 «Вода питьевая. Отбор проб», ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб».

Последний из перечисленных документов, введенный в действие 01.07.2000г., не распространяется, как это подчеркнуто, на отбор проб воды из подземных источников.

Общие Требования к отбору "любых типов вод" (?) установлены ГОСТ Р 51592-2000.

Названные документы не учитывают технических и методических особенностей опробования разведочных, наблюдательных скважин, не отражают геохимического многообразия нормируемых СанПиН 2.1.4.1074-01 неорганических микроэлементов и органических веществ в водах различных геохимических типов. Это означает, что действующие ГОСТы по отбору водных проб не гарантируют получения достоверных результатов по содержанию химических элементов и соединений в подземных водах. В итоге, в практике гидрогеологических работ до сих пор нередки случаи, когда многочисленные, но методически бессистемно

отобранные пробы подземных вод, неправильно законсервированные, хранившиеся с превышением допустимых сроков, проанализированные даже высокочувствительными (часто дорогостоящими) методами, дают несопоставимую, искаженную и иногда полностью неверную информацию о качестве подземных вод.

Следует отметить, что в разное время разрабатывались методические документы, посвященные вопросам опробования и химико-аналитического изучения подземных вод при производстве гидрогеологических работ. Основные из них следующие:

- «Временные методические указания по производству химико-аналитических исследований при поисках и разведке подземных вод хозяйственно-питьевого назначения», М, ВСЕГИНГЕО (1976);
- «Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод (изучение режима и химического состава подземных вод)», М, ВСЕГИНГЕО (1985);
- «Рекомендации по проведению гидрогеохимического опробования и физико-химических исследований для оценки загрязнения подземных вод», М, Стройиздат (1986);
- «Методическое письмо по отбору, консервации и хранению гидрогеохимических проб», М, ВСЕГИНГЕО (1988);
- «Методические рекомендации по отбору, обработке и хранению проб подземных вод», М, ВСЕГИНГЕО (1990);
- «Методические рекомендации по геохимическому изучению загрязнения подземных вод», М, ВСЕГИНГЕО (1991).

Все эти документы разработаны достаточно давно и в силу этого не ориентированы на соблюдение требований СанПиН 2.1.4. 1074-01. Кроме того, ни один из них не содержит рекомендаций по гидрогеохимическому опробованию месторождений подземных питьевых вод при поисково-разведочных работах и мониторинге подземных вод и не учитывает современных возможностей такого опробования с применением новейшего оборудования и аппаратуры. Значительное расширение числа нормируемых в питьевых водах компонентов, существование высокочувствительных полевых и лабораторных методов анализа, разрешен-

ных для использования при оценке качества подземных вод, обусловило необходимость разработки настоящих «Методических рекомендаций...» с их апробацией в практике работ гидрогеологических организаций.

Разработка СанПиН 2.1.4.1074-01 была выполнена с сохранением преемственности основных положений ГОСТ 2874 (несмотря на его несовершенство) и разработка данных рекомендаций учитывает накопленный ранее научно-методический опыт геохимического изучения подземных вод.

Методика гидрогеохимического опробования и химико-аналитических исследований при поисково-разведочных работах и мониторинге подземных вод применительно к СанПиН 2.1.4. 1074-01 была разработана на основе обширного фактического материала, полученного при специальных исследованиях на различных месторождениях подземных питьевых вод в различных регионах России. Подземные воды, используемые при эксплуатации изученных месторождений на территории Московского, Волго-Камского, Западно-Сибирского артезианских бассейнов характеризуются разнообразием геохимических типов и свойств и содержат в своем составе широкий спектр нормируемых элементов и соединений.

I. СОВРЕМЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ВОД И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ИЗУЧЕНИЮ

1.1. Современные требования к оценке качества питьевых вод сформулированы Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Эти санитарные правила предназначены для организаций и предприятий, эксплуатирующих системы централизованного водоснабжения. Гигиенические требования к качеству питьевых вод при нецентрализованном водоснабжении установлены СанПиН 2.1.4.1074-01.

Гигиенические требования к качеству вод подземных источников водоснабжения также регламентированы ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

В СанПиН 2.1.4.1074-01 отражены основные гигиенические подходы Всемирной организации здравоохранения к контролю качества питьевых вод [8], которые приняты в европейских странах в соответствии с Директивой Совета ЕС (Council Directive 98/83 EC).

1.2. В основу требований СанПиН 2.1.4.1074-01 положены следующие принципы [6]:

- ☐ принцип гигиенических критериев качества питьевой воды выражен в триаде требований, согласно которым вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства;
- ☐ нормативы состава питьевой воды регламентируют не те ингредиенты, которые должны в ней присутствовать, а напротив, вещества, наличие которых допустимо лишь в пределах установленных концентраций;
- ☐ приоритет микробиологических критериев безопасности перед химическими, поскольку популяционный риск химического загрязнения природного и техногенного вида гораздо меньше микробиологического;

- регламентация органолептических показателей качества питьевой воды имеет своей целью не только соблюдение определенных потребительских свойств воды, но и обеспечение нормального протекания физиологических функций и эпидемической безопасности.

К этому следует добавить, что для химического состава подземных вод конкретного месторождения уже на поисково-оценочной стадии работ (и уж тем более при проведении мониторинга) можно выбрать ограниченный (но достаточный) перечень приоритетных показателей качества из единых в масштабе страны гигиенических нормативов.

1.3. Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию химических элементов и соединений, наиболее часто встречающихся в подземных водах на территории России вследствие природных геохимических взаимодействий в системе «вода-порода», а также в результате антропогенных процессов.

Существует обязательный перечень нормируемых компонентов химического состава питьевых вод, приведенный в приложении 1, а также дополнительный перечень химических веществ преимущественно техногенного происхождения. Исследования качества вод по содержанию индивидуальных элементов и соединений, входящий в дополнительный перечень контролируемых показателей, устанавливаются решением территориального Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

1.4. Обобщенные показатели качества вод включают интегральные характеристики химического состава, которые определяют: кислотно-щелочное состояние вод (рН), суммарное количество растворенных минеральных веществ (величины минерализации или сухого остатка), солей кальция, магния и в ряде случаев стронция (величина общей жесткости), органических и неорганических веществ, окисляемых марганцево-кислым калием (величина перманганатной окисляемости). Перечисленные показатели определяют в подземных водах в обязательном порядке, тогда как остальные обобщенные показатели – содержания нефтепро-

дуктов, поверхностно-активных веществ, фенолов или фенольного индекса анализируются в том случае, если для этого имеются показания.

Нормируемые нефтепродукты представлены суммой неполярных и малополярных углеводородов, растворимых в гексане, т.е. суммой алифатических, ароматических, алициклических углеводородов, составляющих основную часть нефти. Обязательные определения нефтепродуктов следует проводить в подземных водах месторождений и участков водозаборов питьевых вод, расположенных в районах добычи нефти, на территориях подверженных загрязнению сточными водами (с предприятий нефтепереработки и т.д.), вблизи аэродромов, нефте-, бензинохранилищ и др.

Фенольный индекс – обобщенный показатель, включающий группу летучих алкилфенолов, реагирующих с 4-аминоантипирином. В нее входят: простой фенол (карбоновая кислота), крезолы, ксиленолы и их изомеры, содержащие в пара-положении карбоксильную, гидроксильную, метаксильную группы, сульфогруппы и галогены. Этот показатель рекомендуется анализировать в подземных водах в тех случаях, когда существует потенциальная опасность загрязнения перечисленными фенольными соединениями на площадях расположения химических производств.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) объединяют химические соединения, растворенные или диспергированные в воде и понижающие ее поверхностное натяжение. Определение концентраций ПАВ в подземных водах следует проводить при существовании потенциальной опасности загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами.

С формальных позиций перечень обобщенных показателей качества подземных вод в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4. 1074-01 ограничен перечисленными характеристиками. Однако при проведении поисково-разведочных работ и мониторинга месторождений подземных вод, помимо оценки соответствия их качества установленным нормативам, необходимо дать характеристику общих гидрогеохимических условий исследуемой территории по площади и в разрезе, установить тип воды, пределы изменений макроанионов и макрокатионов, изучить условия формирования общего химического состава вод. Решение этих задач

может быть выполнено путем анализа содержаний главных (количественно преобладающих) ионов, к которым, как правило, относятся гидрокарбонатные, карбонатные, хлоридные, сульфатные ионы, а также ионы кальция, магния, натрия и калия. Из перечисленных элементов и соединений, СанПиН 2.1.4.1074-01 регламентирует только предельные концентрации Cl , SO_4 , Na , поэтому в перечень обобщенных показателей качества вод следует дополнительно включить HCO_3 , CO_3 , Ca , Mg , K .

Кроме того, в перечень обобщенных показателей необходимо включить интегральный показатель химического состава подземных вод – величину окислительно-восстановительного потенциала (E_h), характеризующую направленность и интенсивность окислительно-восстановительных взаимодействий в системе "вода-порода".

1.5. Комплекс санитарно-токсикологических показателей объединяет элементы и соединения трех классов опасности: Be , Hg , γ -ГХЦГ (линдан) – I класс; Al , Ba , B , Cd , Mo , As , Pb , Se , Sr , F , CN , ДДТ, 2,4-D – II класс, Ni , Cr^{6+} – III класса опасности. I класс группирует чрезвычайно опасные; II – высокоопасные; III – опасные вещества.

В группу органолептических показателей входят Fe , Mn , Cu , NO_3 , Zn – III класс опасности, SO_4 , Cl – IV класс, а также запах, привкус, цветность, мутность. Представленный перечень нормируемых показателей качества питьевых вод является стандартным – обязательным для проведения исследований при оценке соответствия качества подземных вод питьевым нормативам по СанПиН 2.1.4.1074-01.

В этот перечень включены элементы и соединения, наиболее часто встречающиеся в природных водах на территории России, а также вещества антропогенного происхождения, имеющие региональное распространение.

Дополнительно с учетом металлогенической специфики района исследований, геохимических особенностей техногенных воздействий на его территории – список анализируемых веществ может быть расширен за счет элементов и соединений, входящих в приложение 2 СанПиН 2.1.4.1074-01.

На участках развития полиметаллического сульфидного оруденения в комплекс показателей могут быть включены кобальт, серебро,

сурьма; в зонах распространения минералов гидротермального процесса – литий, рубидий, вольфрам, висмут, кремний. В районах распространения массивов щелочных пород в микрокомпонентном составе подземных вод следует анализировать ниобий, самарий, европий.

В пределах гидрогеохимических провинций карбонатно-терригенной толщи артезианских бассейнов в пресных подземных водах в повышенных (на уровне ПДК) концентрациях обычно встречается литий, который следует включить в состав определяемых показателей. В терригенных породах морского генезиса в подземных водах высока вероятность обнаружения бромидов.

На участках загрязнений в районах нефтедобычи, заводов нефтепереработки в подземных водах могут быть обнаружены ароматические углеводороды (бензол, толуол, этилбензол, ксилол).

Номенклатура пестицидов, определяемых в подземных водах обосновывается их применением на данной территории. При этом значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочных допустимых уровней (ОДУ) в водах для анализируемых пестицидов следует принимать по Гигиеническим нормативам 1.1.546-99.

1.6. При обнаружении в питьевой воде нескольких нормируемых химических веществ, относящихся к санитарно-токсикологическим показателям I и II класса опасности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине ПДК не должна превышать единицу. Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C_{факт}^1}{C_{доп}^1} + \frac{C_{факт}^2}{C_{доп}^2} + \dots + \frac{C_{факт}^n}{C_{доп}^n} \leq 1,$$

где C^1, C^2, C^n – концентрации индивидуальных веществ: факт (фактическая) и доп. (допустимая).

Важно отметить, что в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.1.4.682-97 принцип суммации следует применять только для веществ с однотипным механизмом токсического действия. Например, $Al + As + Hg + Pb + CN$ в совокупности способны при повышенных содержаниях в водах, поражать центральную нервную систему; $Ba + B + Hg$ отрицательно влияют на репродуктивную функцию организма; $Cd + Hg + Cr$ оказывают токсикологическое действие на почки и т.д. Характери-

стика отрицательного действия на организм человека повышенных (>ПДК) концентраций отдельных токсичных веществ, содержащихся в питьевой воде, частично рассмотрена в работах [6,8,10].

Отметим также, что для показателей III и IV класса опасности принцип суммации не применяется.

1.7. Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам по показателям общей α - и β -активности.

В соответствии с Методическими указаниями «Радиационный контроль питьевой воды» общая (суммарная) альфа-активность воды:

$$A_{\alpha} = \sum_i (A_i \cdot {}^{\alpha}\eta_i),$$

где A_i – активность i радионуклида; ${}^{\alpha}\eta_i$ – выход альфа-частиц на распад i радионуклида.

Общая (суммарная) бета-активность:

$$A_{\beta} = \sum_i (A_i \cdot {}^{\beta}\eta_i),$$

где A_{β} – активность i радионуклида; ${}^{\beta}\eta_i$ – выход бета-частиц на распад i радионуклида.

Норматив общей α - и β -активности по СанПиН 2.1.4.1074-01 – соответственно 0.1 и 1.0 Бк/л. Согласно п.6.2 и 6.3 Методических рекомендаций "Радиационный контроль питьевой воды" для подземных источников водоснабжения одновременно с измерениями альфа- и бета-активности необходимо определять содержание радона. Считается, что вода отвечает требованиям СП 2.6.1.758-99 "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)", если выполняются следующие условия:

$$A_{\alpha} + \Delta\alpha \leq 0.1 \text{ Бк/л};$$

$$A_{\beta} + \Delta\beta \leq 1.0 \text{ Бк/л};$$

$$A_{Rn} + \Delta Rn \leq 60 \text{ Бк/л};$$

где $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$, ΔRn – величины погрешностей определения соответствующих показателей.

В таблице 1 приведена рекомендованная Методическими указаниями «Радиационный контроль питьевой воды» последовательность ра-

дионуклидного анализа воды в зависимости от измеренных уровней общей α - и β -активности.

Таблица 1

Рекомендуемая последовательность радионуклидного анализа подземных вод в зависимости от измеренных уровней общей альфа- и бета-активности

Измеренные уровни суммарной α - , β -активности, Бк/л	Контролируемые радионуклиды	Уровень вмешательства, ^{*)} Бк/л	Период полураспада, лет
$A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0.1$ $A_\beta + \Delta\beta \leq 1.0$	Радионуклидный состав не контролируется		
$0.1 < A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0.2$	Сокращенный: Po – 210	0.12	138 сут.
$A_\beta + \Delta\beta \leq 1.0$	Pb – 210	0.2	22.3
$<0.2 < A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0.4$	Расширенный: дополнительно к Ra-226	0.5	1.6×10^3
$A_\beta + \Delta\beta \leq 1.0$	Ra-228	0.2	5.75
$A_\alpha + \Delta\alpha > 0.4$	Полный: дополнительно к Po-210, Pb-210, Ra-226, Ra-228		
	U-234	2.9	2.44×10^5
$A_\beta + \Delta\beta \leq 1.0$	U-238	3.1	4.47×10^9
$A_\beta + \Delta\beta > 1.0$	Cs-137	11	30
(при любых значениях $A_\alpha + \Delta\alpha$)	Sr -90	5.0	29.1
	K –40	22	1.3×10^9

*) Уровень вмешательства – уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

1.8. Эпидемическая безопасность питьевой воды в СанПиН 2.1.4.1074-01 оценивается по микробиологическим и паразитологическим показателям. Основные из них: термотолерантные колиформы, как истинные индикаторы фекального загрязнения, и общие колиформные бактерии, которые должны отсутствовать в 100 мл воды; общее микробное число (не более 50 в 1 мл), характеризующее неблагоприятное санитарное состояние водоисточника и способность размножения микроорганизмов. Другие нормируемые Санитарными правилами и нормами показатели (колифаги, цисты лямблий) требуется определять при отборе питьевых

вод из поверхностных водоисточников, а споры сульфитредуцирующих кластридий – при оценке эффективности технологии обработки воды. Другими словами определения этих показателей не входят в задачу гидрогеологических исследований.

Следует отметить, что в ближайшем будущем предусматривается включение в обязательный перечень колифагов – показателей вирусного загрязнения вод. При этом определения колифагов в подземных водах предусмотрены ГОСТ 2761-84 в случае, если подземные водные источники относятся по величине коли-индекса к источникам 2-го (число бактерий группы кишечных палочек 4-99) и 3-го классов (число БГКП ≥ 100).

Кроме колифагов, в таких подземных водах следует определять следующие эпидемические показатели качества: возбудителей кишечных инфекций (сальмонелл, шигелл, энтеровирусов), показателей свежего фекального загрязнения (эшерихий коли, энтерококков), которые должны отсутствовать в водах.

Необходимость определения перечисленных микробиологических и вирусологических показателей качества вод в основном ограничена случаями проведения поисково-разведочных работ и мониторинга месторождений подземных вод в речных долинах.

1.9. Количество и периодичность отбора водных проб, отбираемых для производства лабораторных исследований, устанавливаются СанПиН 2.1.4.1074-01 с учетом требований, указанных в таблице 2.

Таблица 2

*Количество водных проб для лабораторных исследований
качества подземных вод*

Виды показателей качества вод	Количество проб в течение одного года, не менее
Микробиологические	4 (по сезонам года)
Органолептические	4 (по сезонам года)
Обобщенные	4 (по сезонам года)
Нормируемые неорганические и органические вещества	1
Радиологические, радон при содержании > 60 Бк/л	1 4 (по сезонам года)

1.10. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения определены СанПиН 2.1.4.544-96 в соответствии с которыми по своему составу и свойствам вода должна отвечать нормативам, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Показатели качества вод нецентрализованного водоснабжения, нормируемые СанПиН 2.1.4.544-96

Показатели	Единицы измерения	Норматив
Запах	баллы	не более 2-3
Привкус	баллы	не более 2-3
Цветность	градусы	не более 30
Мутность	мг/л	не более 2
Нитраты (NO ₃)	мг/л	не более 45
Коли-индекс	Количество бактерий группы кишечной палочки в 1000 мл воды	не более 10
Химические вещества	мг/л	ПДК

Перечень контролируемых химических веществ устанавливается в зависимости от местных гидрогеохимических и санитарных условий и согласовывается с территориальным Центром санэпиднадзора. При этом величины ПДК этих веществ определяются требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01.

1.11. Перечень нормируемых химических элементов и соединений, контролируемых при оценке качества подземных вод в рамках поисково-разведочных работ и мониторинге эксплуатируемых месторождений (см. приложение 1), частота отбора водных проб могут отличаться от рекомендованных СанПиН 2.1.4.1074-01 и устанавливаются индивидуально для каждого месторождения.

2. АНАЛИЗ СавПяН 2.1.4.1074-01 С ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ

2.1. Специфика поисково-разведочных работ и мониторинга на месторождениях подземных питьевых вод, геохимические задачи, решаемые при производстве этих работ, определяют индивидуальный подход к выбору состава анализируемых элементов и соединений – показателей качества подземных вод.

2.2. Среди нормируемых компонентов – показателей качества питьевых вод по своим концентрациям выделяются четыре группы элементов.

Первая объединяет элементы, фоновые концентрации которых в подземных водах вследствие природных гидрогеохимических процессов приближаются к предельно допустимым и даже превосходят их. В результате формируются региональные гидрогеохимические провинции, подземные воды которых характеризуются некондиционным химическим составом из-за повышенных (>ПДК) содержаний элементов. При этом формирование таких концентраций происходит в горизонтах, сложенных водоносными породами с кларковыми содержаниями химических элементов.

В данную группу входят аммоний, барий, бор, железо, марганец, стронций, фтор, сульфаты, хлориды, литий, кремний, натрий, бром.

Вторую группу образуют элементы, повышенные содержания которых в подземных водах могут формироваться только в пределах металлогенических провинций. К ним относятся бериллий, мышьяк, ртуть, селен. Предельно-допустимые концентрации перечисленных элементов таковы, что существует высокая вероятность их превышения в подземных водах при определенных гидрогеохимических ситуациях.

В третью группу входят кадмий, нитраты, нитриты, свинец, хром (VI), γ -ГХЦГ, ДДТ, таллий, нефтепродукты, фенол, ПАВ, фосфор элементарный, многочисленные органические вещества, для которых превышение содержаний в подземных водах над уровнем ПДК отмечается только в связи с процессами загрязнения. Разумеется, что техногенное воздействие на подземные воды может привести к увеличению концентраций элементов первой и второй групп.

Четвертую группу образуют элементы, чьи предельно допустимые концентрации настолько велики, что их превышение в пресных водах практически невозможно. Такими химическими веществами являются медь, молибден, никель, цинк, 2,4-Д, ниобий, теллур, самарий, сурьма, вольфрам, серебро, ванадий, висмут, кобальт, рубидий, европий, хром (III).

2.3. Сравнение предельно-допустимых концентраций показателей качества питьевых вод по требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01с нормативами ВОЗ, ЕС и США показывает, что для отдельных химических веществ значения ПДК могут считаться заниженными. В первую очередь это относится к барию, кадмию и кремнию (прил.1). Фоновые содержания Ba и Si в подземных водах многих регионов России, не связанные с техногенными процессами, превосходят величины ПДК, что осложняет решение задач питьевого водоснабжения.

В то же время, вероятно, завышенными являются величины предельно допустимых концентраций алюминия, молибдена, никеля, свинца, цианидов, сурьмы, аммония, нитритов.

2.4. Отдельного рассмотрения требует ситуация с радиационными показателями качества подземных вод – величинами общей α - и β -активности. Опыт региональных гидрогеохимических исследований показывает, что достаточно часто подземные воды характеризуются значениями суммарной альфа-активности больше установленного норматива. При этом анализ концентраций индивидуальных радионуклидов, определяющих α -активность, обычно меньше установленного уровня вмешательства (см. табл.1). В таких случаях считается, что воды являются кондиционными в радиационном отношении и каких-либо защитных мероприятий проводить не требуется.

2.5. При планировании гидрогеохимических работ для производства поисково-разведочных работ и мониторинга подземных вод контролируемые химические вещества целесообразно подразделить на обобщенные, приоритетные, фоновые и контрольные геохимические показатели качества подземных вод с различной частотой и плотностью опробования.

Обобщенные показатели определяют основной геохимический облик вод и миграционную способность нормируемых микрокомпонентов.

Приоритетные показатели характеризуют региональные особенности формирования химического состава подземных вод, антропогенное воздействие на их качество.

Согласно требованиям Методических указаний МУ 2.1.4.682-97 в перечень приоритетных показателей при оценке качества воды централизованных систем водоснабжения включаются вещества I и II классов опасности, обнаруженные в концентрациях ≥ 0.5 ПДК. В случаях, когда в подземных водах продуктивного и смежных с ним водоносных горизонтов концентрации нормируемых элементов и соединений имеют значительный временный тренд роста содержаний, указывающий на возможность формирования некондиционных вод, эти химические вещества также относятся к приоритетным.

Приоритетными геохимическими показателями качества подземных вод в основном служат элементы и соединения, входящие в I группу нормируемых компонентов, выделенных в п.2.2. Меньшим (по площади) распространением, как правило, пользуются микроэлементы II группы; локальным распространением – элементы и соединения III группы.

В соответствии с положениями Методических рекомендаций "Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод" (М, АОЗТ "ГИДЭК" 1998) фоновые показатели включают компоненты, обнаруживаемые в подземных водах в концентрациях от 0.1 до 0.5 ПДК. Контрольные показатели объединяют компоненты, чьи фоновые концентрации в подземных водах меньше предела обнаружения аттестационными методами и не более 0.1 ПДК.

2.6. Для определения обобщенных и приоритетных показателей качества подземных вод для эксплуатируемых месторождений подземных вод в течение годового цикла исследований количество отбираемых водных проб может отличаться от приведенных в таблице 2 (п.1.9). Для таких показателей разрабатывается индивидуальная программа гидрогеохимического опробования, зависящая от геолого-гидрогеологических условий месторождения подземных вод и особенностей техногенной нагрузки.

3. ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД

3.1. В геохимическом отношении месторождение подземных питьевых вод (МППВ) представляет собой участок водоносных горизонтов, граничные геолого-гидрогеологические условия которого определяют основные процессы формирования химического состава вод под влиянием природных и техногенных факторов.

3.2. Гидрогеохимические процессы, протекающие в системе "вода-порода" и определяющие геохимический облик подземных вод, являются вероятностно детерминированными. Это приводит к формированию ограниченного и строго определенного набора гидрогеохимических ситуаций, каждая из которых может быть количественно отображена интегральными геохимическими показателями – величинами водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала, минерализации вод, концентраций и соотношений основных макроанионов и макрокатионов, суммарным содержанием органических веществ.

3.3. Результирующее действие гидрогеохимических процессов в целом зависит от:

- ☐ Региональных особенностей расположения месторождения в общей схеме ландшафтно-климатической и гидрогеохимической зональности гидрогеологической структуры;
- ☐ Металлогенической специфики водовмещающих пород, формирующей регионально выраженные гидрогеохимические провинции с повышенными содержаниями нормируемых компонентов;
- ☐ Геолого-гидрогеологических условий месторождения, обуславливающих строение всего разреза водоносных горизонтов, их залегание, минералогический и литологический состав водовмещающих и слабопроницаемых отложений, наличия (или отсутствия) в них легкорастворимых солей, условия питания продуктивных горизонтов, время пребывания подземных вод в водоносных коллекторах с взаимодействием твердой и жидкой фаз;

- Особенности техногенных источников загрязнения подземных вод (состав наиболее распространенных загрязнителей приведен в ряде работ [4,5,7,9]).

3.4. Одно из основных положений современной гидрогеохимии микроэлементов гласит, что нет немигрирующих в подземных водах компонентов, но есть среды благоприятные или неблагоприятные для их миграции [5]. В свою очередь миграционные формы большинства нормируемых неорганических компонентов и ряда органических соединений зависят от кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных состояний подземных вод. Именно поэтому геохимическая типизация подземных питьевых вод базируется на выделении вод с различными Eh-pH условиями. Генетический смысл такого выделения заключается в том, что именно сопряженные значения водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала количественно характеризуют активность протона, гидроксил иона и «е» в гидрогеохимических процессах, а значит влияют на миграцию компонентов химического состава вод.

3.5. Значение pH питьевых вод ограничены действующими нормативами диапазоном 6-9, тогда как интервал Eh не лимитирован. Фактически, окислительно-восстановительный потенциал питьевых вод варьирует от 500 до 0 мВ [2], что в околонейтральных средах определяет вероятность нахождения большого числа переменновалентных элементов в миграционных формах различных степеней окисления.

На процесс формирования окислительно-восстановительных состояний месторождений подземных питьевых вод оказывают влияние их геолого-гидрогеологические условия:

- особенности расположения в пределах водоносных систем;
- приуроченность к различным эксплуатационным горизонтам;
- условия питания;
- литологический состав и металлогеническая специфика водовмещающих пород;
- время пребывания подземных вод в водоносных коллекторах, а также техногенные факторы;
- режим эксплуатации месторождения;

□ воздействие загрязнений.

Высокие значения Eh , свойственные кислородным (аэробным) условиям, характерны для :

- месторождений¹ речных долин с однослойным строением разреза, продуктивный водоносный горизонт которых имеет тесную гидравлическую связь с рекой и приурочен к хорошо промытым высокопроницаемым аллювиальным отложениям, а также терригенным или карбонатным отложениям, непосредственно прорезанным рекой или перекрытым высокопроницаемыми аллювиальными отложениями ;
- месторождений артезианских- бассейнов, расположенным в краевых зонах вблизи области питания продуктивного водоносного горизонта или на участках расположения литологических окон;
- месторождений в конусах выноса предгорных шлейфов и внутригорных впадин;
- месторождений в ограниченных по площади структурах в трещинно-карстовых и трещинных коллекторах;
- месторождений в бассейнах и потоках грунтовых вод;
- месторождений в таликах в области развития многолетнемерзлых пород под полностью не промерзающими зимой равнинными реками.

Перечисленные месторождения приурочены к открытым водоносным системам с высокой динамичностью водовмещающих горизонтов, для которых характерны высокие скорости фильтрации подземных вод в хорошо промытых коллекторах с низким содержанием неорганических и органических восстановителей.

В совокупности это определяет превышение скорости поступления водорастворенного кислорода при питании горизонтов кислородсодержащими атмосферными осадками и поверхностными водами над скоростью его потребления при химических и биохимических реакциях окисления.

¹ Использована типизация месторождений подземных вод [1], получившая наиболее широкое применение в практике разведочных работ. (с) 2007 ИГЭ РАН гидрогеологическая База Знаний. www.ngs.ru

В результате в газовом составе подземных вод этих месторождений присутствует водорастворенный O_2 , причем эмпирически установлено, что чем выше концентрации кислорода, тем больше значения окислительно-восстановительного потенциала вод. Величины E_h кислородсодержащих вод изменяются в диапазоне 200-500 мВ при изменении содержания O_2 в интервале от 0.5 до 12 мг/л.

Низкие положительные значения окислительно-восстановительного потенциала, свойственные бескислородным – бессульфидным (анаэробным) условиям, характерны:

- ☐ для вод месторождений речных долин с однослойным строением разреза, продуктивный водоносный горизонт которых представлен переслаивающимися песками, супесчано-суглинистыми породами аллювиального генезиса, старичными отложениями;
- ☐ для вод месторождений речных долин с многослойным строением разреза, продуктивный водоносный горизонт которых не имеет непосредственной связи с речными водами;
- ☐ месторождений артезианских бассейнов, расположенных в центральных зонах (в области транзита) продуктивных водоносных горизонтов, отделенных от горизонта грунтовых вод одним или несколькими горизонтами;
- ☐ месторождений в ограниченных по площади структурах в погребенных долинах;
- ☐ месторождений в бассейнах субнапорных вод межморенных отложений.
- ☐ месторождений в таликах в области развития многолетнемерзлых пород под полностью промерзающими зимой реками горных и предгорных областей.

Данные месторождения, за исключением месторождений речных долин в горизонтах аллювиальных и старичных отложений, приурочены к полуоткрытым и закрытым водоносным системам с низкой динамичностью водоносных горизонтов и замедленной скоростью движения подземных вод в коллекторах со слабой проницаемостью и повышенным содержанием восстановителей (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , неокисленных органических веществ) потребляющих кислород на реакции окисления.

Вследствие всего этого, скорость поступления кислорода при питании водоносных горизонтов уступает скорости его расхода на реакции окисления. В результате O_2 практически полностью выводится из состава вод.

Многочисленные эмпирические данные свидетельствуют о том, что для подземных бескислородных вод характерна обратная экспоненциальная зависимость между величинами E_h и концентрациями закисного железа. При этом значения окислительно-восстановительного потенциала вод изменяются только в положительной области в диапазоне 0-250 мВ.

3.6. Сульфидные воды, обладающие отрицательными значениями E_h , по своему составу и органолептическим свойствам не соответствуют кондициям, предъявляемым к питьевым водам и не рассматриваются в данной работе.

3.7. Кислородсодержащие подземные воды, как это было отмечено выше, циркулируют в открытых гидродинамических системах. Поэтому химический состав этих вод во многом зависит от состава поверхностных вод и климатической зональности. Наиболее отчетливо влияние климатической зональности проявляется в химическом составе подземных вод аллювиальных отложений.

При переходе от влажных ландшафтов гумидной зоны (тундровая, лесная, лесостепная климатические зоны) к засушливым ландшафтам аридной (степная, полупустынная зоны) наблюдается рост минерализации вод за счет увеличения концентраций макроанионов и макрокатионов. В этом направлении происходит закономерная смена гидрокарбонатных кальциевых, магниевых-кальциевых подземных вод сульфатно-гидрокарбонатными натриево-магниевыми-кальциевыми, кальциевыми-натриевыми водами и, далее на юг, хлоридными натриевыми водами. При этом величины общей жесткости подземных вод изменяются от значений, свойственных очень мягким, умеренно жестким до очень жестких. Кислотно-щелочные условия подземных вод гумидной зоны характеризуются в основном слабокислыми и околонейтральными значениями pH, а вод аридной зоны – преимущественно слабощелочными [5].

3.8. Скорость гетерогенных взаимодействий в системе "аллювиальные отложения – подземные воды" значительно уступает скорости водо-

обмена. В пределах северных ландшафтов процессы растворения минералов хорошо промытых водовмещающих пород практически не сказываются на формировании химического состава подземных вод. В пределах южных ландшафтов, для которых свойственно увеличение доли карбонатных минералов в составе водоносных пород, их относительная засоленность, скорость реакций растворения минералов водоносных отложений сопоставима со скоростью водообмена, что приводит к соответствующему изменению химического состава подземных вод.

Состав кислородных подземных вод, циркулирующих в коренных отложениях, прорезаемых руслом реки, преимущественно зависит от геохимических взаимодействий в системе "вода-порода" вне зависимости от климатической природной зональности, а его особенности зависят от отличительных геохимических и металлогенических особенностей водовмещающих отложений.

В карбонатных водоносных породах преобладающие геохимические типы кислородных вод представлены, как правило, околонейтральными и слабощелочными гидрокарбонатными кальциевыми, магниевыми, кальциевыми умеренно жесткими и жесткими водами. На участках развития гипсов или загипсованных пород развиты гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые жесткие воды.

В терригенных водовмещающих отложениях развиты преимущественно слабокислые и околонейтральные кислородные воды гидрокарбонатного типа со смешанным составом макрокатионов.

3.9. Бескислородные подземные воды формируются в основном в полузакрытых, закрытых водоносных системах, в которых скорость геохимических реакций близка или выше скорости водообмена. Поэтому их химический состав в большей степени зависит от состава водовмещающих отложений.

В карбонатных отложениях формируются преимущественно околонейтральные и слабощелочные гидрокарбонатные кальциевые, магниевые, кальциевые воды; в континентальных терригенных водоносных породах, как правило, образуются околонейтральные гидрокарбонатные воды смешанного катионного состава, а в этих же коллекторах морского геие-

зиса – гидрокарбонатно-хлоридные, хлоридно-гидрокарбонатные, хлоридные натриевые воды.

3.10. Каждый из выделенных геохимических типов подземных вод обладает свойственным ему набором приоритетных химических элементов и соединений, способных мигрировать в повышенных (по отношению к фону и ПДК) концентрациях. Источником таких концентраций для подземных вод могут служить водовмещающие отложения даже с кларковыми содержаниями элементов. В случае формирования микрокомпонентного состава подземных вод вследствие ионно-обменных процессов обмен ионов происходит в эквивалентных стехиометрических соотношениях и протекает до установления равновесия, при котором твердая и жидкая фаза содержит ионы в определенных количествах, определяемых распределительным отношением K_d . Выраженная контрастность содержаний элементов в водах в сравнении с фоновыми их концентрациями наблюдается в пределах металлогенических провинций, в которых водоносные породы генетически обогащены каким-либо одним или комплексом элементов. Потенциальным источником повышенных содержаний нормируемых компонентов для подземных вод являются также разнообразные стоки и загрязненные поверхностные воды, питающие продуктивный водоносный горизонт.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКОМУ ОПРОВОДОВАНИЮ И ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРЕБОВАНИЯМ САНПИН 2.1.4.1074-01

4.1. Гидрогеохимическое опробование – комплекс приемов и операций для получения достоверных количественных характеристик химического состава подземных вод и данных о физико-химическом их состоянии. Рациональная методика опробования должна обеспечивать получение необходимой и достаточной гидрогеохимической информации для решения задач поисково-разведочных работ и мониторинга на эксплуатируемых месторождениях и участках водозаборов подземных питьевых вод.

Гидрогеохимическое опробование включает:

- ☐ предварительную прокачку скважин;
- ☐ химико-аналитические определения на месте опробования интегральных и неустойчивых показателей качества вод;
- ☐ фильтрацию водных проб при наличии взвешенных или коллоидных частиц;
- ☐ консервацию фильтратов;
- ☐ отбор водных проб в специально подготовленную посуду для лабораторных химико-аналитических определений нормируемых элементов и соединений;
- ☐ своевременную доставку водных проб в лаборатории в соответствии с требованиями, изложенными в прил. 3.

4.2. Предварительная прокачка скважин. Необходимость прокачки, предваряющей гидрогеохимические исследования, вызвана несоответствием химического состава подземных вод в условиях водоносного горизонта составу воды над фильтровой частью "простаивающей" скважины.

Такое несоответствие обусловлено колебаниями в стволе скважины значений температуры и давления водной фазы, ее газонасыщенности, химическими и электрохимическими взаимодействиями с материалом обсадных труб и водоподъемного оборудования, а в верхней части столба воды – с атмосферным воздухом, микробиологической деятельностью.

В результате происходит:

- опреснение воды с дифференциацией ее химического состава по стволу скважины и соответствующим уменьшением величины ее минерализации (сухого остатка) и электропроводимости;
- изменение естественного соотношения анионов и катионов макросостава;
- смещение карбонатного равновесия с соответствующим изменением кислотно-щелочных состояний вод и величины pH;
- изменение окислительно-восстановительных состояний и величины Eh вод с нарушением естественной степени их аэробности (анаэробности) с изменением концентраций переменновалентных элементов (в первую очередь Fe, Mn, NO₃, NH₄, Se, As, Cr, Mo и др.);
- изменение (уменьшение) концентраций микроэлементов и органических соединений за счет сорбционных процессов на корродированной поверхности металла обсадных труб;
- изменение (увеличение) концентраций тяжелых металлов за счет выщелачивания металла обсадных труб;
- развитие микробиологических процессов, не свойственных условиям опробуемого водоносного горизонта.

На рис.1 показаны результаты гидрогеохимического опробования одной из наблюдательных скважин Тамбовского месторождения подземных питьевых вод, оборудованной на продуктивный верхнефаменский водоносный горизонт. Опробование было выполнено из непрокаченной скважины желонкой, опущенной под уровень подземных вод, и погружным насосом, опущенным непосредственно на глубину рабочего интервала D_{3fm2}- горизонта, а также по стволу скважины.

Как видно из рисунка, опробование желонированием привело к получению резко завышенных значений pH вод (Δ pH 2,4), заниженных величин Eh (Δ Eh 140 мВ), формирующихся вследствие электрохимических взаимодействий на границе стальная труба – вода. При этом подземные воды в условиях водоносного горизонта характеризуются более высокими значениями минерализации и общей жесткости, концентрациями гидрокарбонатных и сульфатных ионов. Напротив, концентрации закис

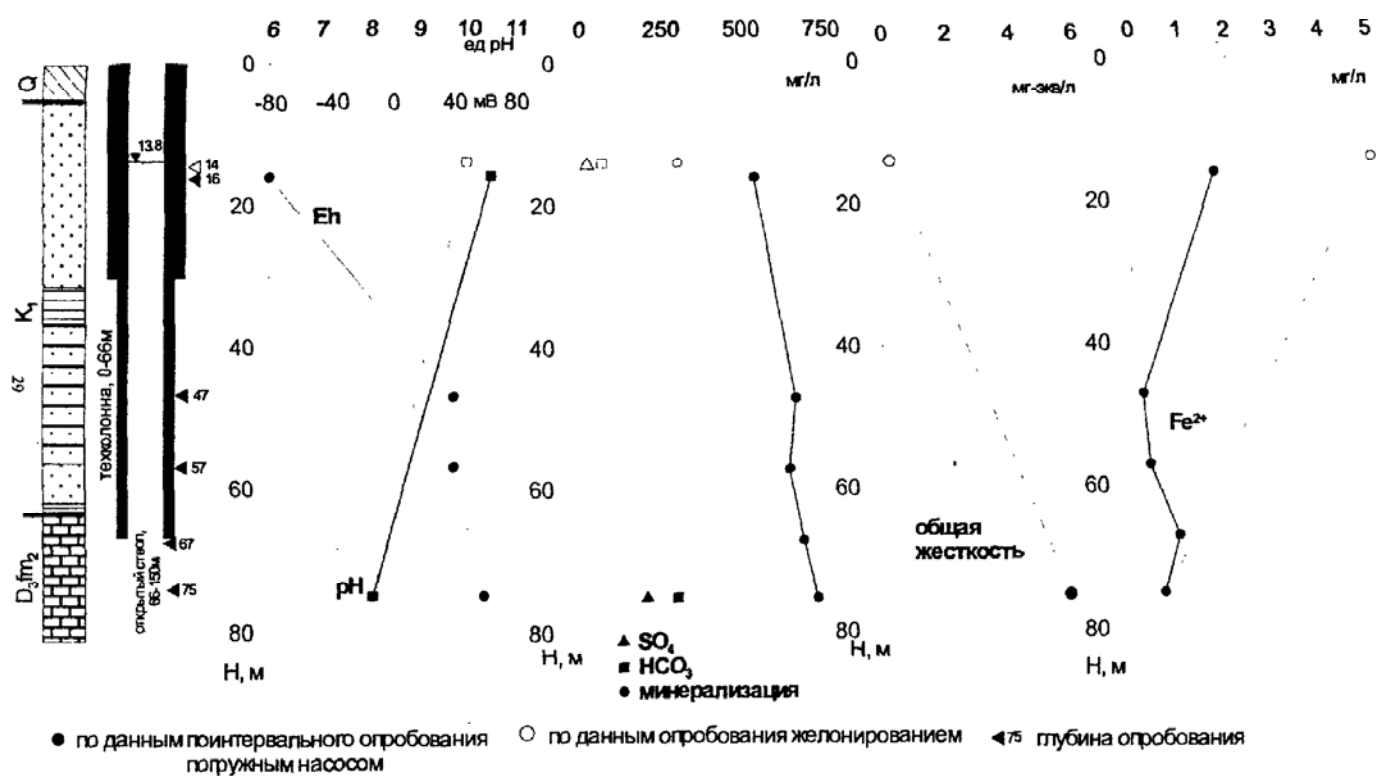


Рис.1 Результаты поинтервального гидрогеохимического опробования верхнефаменского горизонта Тамбовского месторождения подземных питьевых вод (Московский бассейн) (по стволу наблюдательной скважины 9D)

ного железа в подземных водах, циркулирующих в известняках фаменского яруса значительно ниже его содержаний в водах по стволу скважины.

Гидрогеохимическое опробование скважин с использованием малогабаритных погружных насосов, опущенных на глубину расположения интервалов фильтров скважин, является наиболее рациональным способом отбора водных проб. При этом производительность насоса регулируют таким образом, чтобы не происходило перемешивания водного столба в стволе скважины, но обеспечивался приток подземных вод из опробуемого водоносного пласта. На рис.2 показаны результаты поинтервального опробования нижеказанского водоносного комплекса одного из месторождений в пределах Волго-Камского артезианского бассейна.

Как следует из данной иллюстрации, опробуемый водоносный комплекс характеризуется изменчивостью химического состава подземных вод по разрезу нижеказанских (P_2kz_1) отложений. Очевидно, что такая изменчивость состава (и качества) вод может быть установлена только поинтервальным опробованием.

Из сказанного следует еще один вывод. В длительно простаивающих скважинах происходит существенная трансформация химического состава воды, находящейся в стволе, в следствие чего он может значительно отличаться от состава природных подземных вод исследуемого водоносного горизонта. Это требует обязательной предварительной прокачки скважины перед отбором проб на химический анализ.

С этих позиций все водопункты можно разделить на две группы:

- водопункты, в которых происходит постоянный водообмен (эксплуатационные скважины, открытые самоизливающиеся скважины, родники, постоянно действующие колодцы, поверхностные водные объекты);
- длительно простаивающие и вновь пробуренные скважины.

В первом случае гидрогеохимическое опробование водопунктов не вызывает особых затруднений. Достаточно лишь выполнить требования, изложенные ниже в п.п. 4.4-4.7.

Следует только иметь в виду, что отобранная из скважины проба будет характеризовать некоторый усредненный состав подземных вод

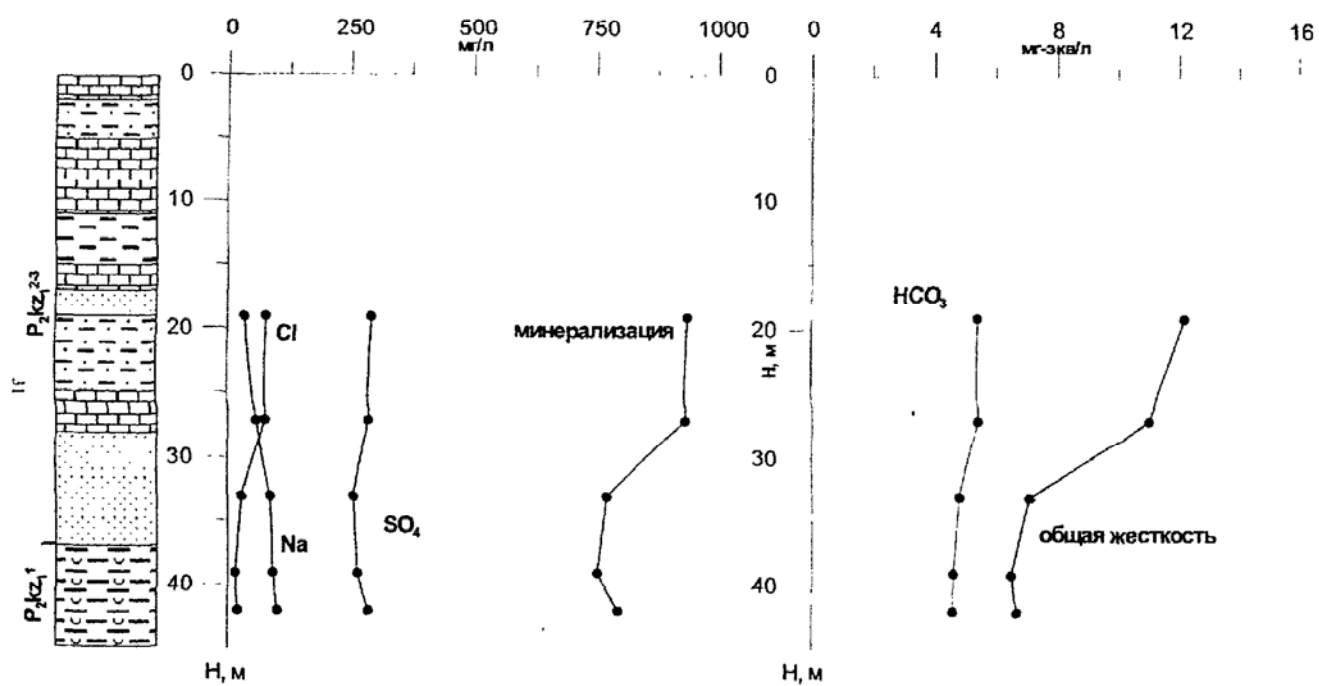


Рис.2 Результаты поинтервального гидрогеохимического опробования
нижнеказанского водоносного комплекса Сулинского месторождения
подземных питьевых вод (Волго-Камский бассейн)

во всем интервале рабочей части фильтра (или открытого ствола) скважины.

Во втором случае требуется предварительная подготовка скважины к гидрогеохимическому опробованию.

При опробовании новой скважины после завершения бурения ее промывают чистой водой, а затем прокачивают с помощью эрлифта (рывками в режиме «пуск-остановка»), а при невозможности использования эрлифта – с помощью желонирования. Прокачка производится до полного осветления воды (ориентировочно – от одной до трех бр/смен).

Следует отметить, что использование эрлифта и желонирования для гидрогеохимического опробования возможно лишь для консервативных компонентов химического состава воды (Cl, SO₄, Na, K, F, Br, Li). Категорически неприемлемы такие способы опробования при определениях величины Eh и pH вод, изучении содержаний переменновалентных элементов, компонентов карбонатной системы, нефтепродуктов, фенолов и его производных, других летучих органических веществ (типа бензола, толуола, бензапирена и др.), определениях органолептических свойств (запаха, привкуса), газового состава вод. Поэтому при гидрогеохимическом опробовании скважин после их прокачки эрлифтом (желонкой) необходимо провести прокачку с использованием погружных малогабаритных насосов по методике, рассмотренной выше.

Для получения предварительной пробы необходимо использовать погружные насосы.

Для этих целей обычно используются достаточно мощные погружные насосы с производительностью 150-200 м³/сут и более.

Использование столь мощного оборудования приводит к гидродинамическому возбуждению всех (или почти всех) водоносных зон, вскрытых скважиной, а, следовательно, к получению на устье скважины пробы, характеризующей средний химический состав воды всего вскрытого разреза.

Отметим, что для проведения опробования в этом случае требуется применение специальных достаточно тяжелых технических средств для установки насоса в скважину, значительный расход электроэнергии, большие трудозатраты. Поэтому использование таких насосов целесооб-

разно только тогда, когда требуется получить именно усредненную гидрогеохимическую характеристику всего вскрытого водоносного разреза, т.е. в эксплуатационных и разведочно-эксплуатационных скважинах, а также при совмещении гидрогеохимического опробования с опытно-фильтрационными работами.

Перед отбором пробы из скважины должно быть откачено и сброшено не менее 5 объемов воды в стволе скважины.

Для получения гидрогеохимической структуры водоносной толщи, решения ряда генетических вопросов, необходимых для надежного прогноза изменений качества подземных вод, требуется поинтервальное опробование скважины, в первую очередь наблюдательных (имеющих к тому же небольшой диаметр).

Опыт «ГИДЭК» показывает, что в этом случае наиболее целесообразно использовать малогабаритные насосы малой производительности, устанавливаемые в скважине непосредственно на уровне опробуемого интервала.

Производительность насоса подбирается в зависимости от водообильности этого интервала и может изменяться от 0.1 л/с в глинистых песках до 0.5 л/с в крупнозернистых песках, гравелитах, сильно трещиноватых и закарстованных породах.

Современные технические возможности малогабаритных погружных насосов практически обеспечивают возможность опробования скважин различного диаметра и глубины с различным уровнем подземных вод из требуемого интервала водоносного горизонта, причем с использованием переносных электростанций. Необходимо только иметь в виду, что если ствол скважины сильно загрязнен, то необходима его предварительная очистка с помощью эрлифта или желонирования во избежание выхода из строя насосного оборудования.

Перед отбором пробы аналогично сказанному выше необходимо откачать «на сброс» 5-10 объемов воды в стволе скважины в опробуемом интервале (а не во всем стволе, как при использовании больших насосов).

О приближении химического состава вод в опробуемой скважине к ее составу в водоносном пласте (что свидетельствует о достаточности предварительной прокачки) указывает стабилизация величин электро-

проводимости, pH и Eh, освещение воды с уменьшением концентраций окисного железа. Как показывают термодинамические расчеты [5], при $pH > 5$ суммарная концентрация FeIII в водах не может быть больше 17 мкг/л и наличие более высоких концентраций окисного железа указывает на присутствие в воде взвешенных коллоидных частиц, а значит указывает на необходимость продолжения предварительной прокачки¹.

Пример такого опробования показан на рис. 2.

4.3. Химико-аналитические определения у опробуемого водопункта предназначены для:

- ☐ получения оперативных данных о геохимическом типе подземных вод по интегральным характеристикам их химического состава;
- ☐ определений физических свойств, определяющих органолептические показатели качества вод;
- ☐ определений быстроменяющихся (нестабильных во времени) компонентов;
- ☐ оценки качества подземных вод по комплексу приоритетных обобщенных, санитарно-токсикологических, органолептических показателей с применением химико-аналитических методик, допущенных к использованию при контроле качества вод централизованных систем питьевого водоснабжения;
- ☐ решения вопроса о необходимости фильтрации и консервации водных проб, продолжительности их хранения.

Интегральные характеристики химического состава подземных вод определяют:

- ☐ кислотно-щелочные (pH) и окислительно-восстановительные (Eh) состояния;
- ☐ суммарное количество растворенных минеральных веществ (величины минерализации или сухого остатка);
- ☐ суммарное количество растворенных солей кальция, магния и в ряде случаев стронция (величина общей жесткости);

¹ Повышенные концентрации окисного железа могут быть обусловлены высокими содержаниями в воде органического вещества, в первую очередь фульвокислот, способных образовывать с FeIII комплексные соединения типа хелатов. Однако, в этом случае вода будет заведомо не соответствовать требованиям по органолептическим показателям (цветность, привкус и т.п.).

Измерения водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала проводят потенциометрическим методом, причем для определений E_h используют специальную герметичную ячейку, исключающую контакт исследуемой подземной воды с атмосферным воздухом. Необходимо отметить, что в настоящее время потенциометрические ячейки для измерений окислительно-восстановительного потенциала промышленностью не выпускаются².

Определение величины минерализации подземных вод в полевых условиях опосредованно выполняют путем инструментальных измерений удельной электрической проводимости, поскольку в пресных и солоноватых водах между значениями минерализации и электропроводности существует прямая функциональная связь.

Удельная электрическая проводимость – мера потока, производимого ионами химического состава вод и является величиной обратной сопротивлению. Значения электрической проводимости зависят от концентрации ионов, их природы и, в меньшей степени, от температуры и вязкости водного раствора.

На рис.3 показана зависимость величины минерализации подземных вод от значений электрической проводимости, измеренной в полевых условиях с использованием карманных кондуктомеров серии DIST и DISTWP производства фирмы "HANNA instruments" (занесены в Госреестр № 14301-99).

Для вод различных геохимических типов свойственна различная зависимость между измеренными величинами электропроводности и значениями минерализации ($M = a \cdot ЭП$), которая выражается в различных значениях коэффициента «а» для вод разного химического состава³. Это необходимо учитывать при окончательной камеральной интерпретации данных полевых исследований.

Величину общей жесткости определяют титриметрическими методами, перечисленными в приложении 2. Сравнение полевых и лабораторных (гостируемых) методов анализа данного показателя показало вы-

² По этой причине АОЗТ «ГИДЭК» в настоящее время приступил к изготовлению герметичной ячейки для измерений величины E_h подземных вод с вмонтированным электродом «ORP» фирмы HANNA Instruments.

³ Так для чисто гидрокарбонатных вод $M \approx 950 ЭП$, для сульфатных $M \approx 870 ЭП$ для хлоридных $\approx 750 ЭП$ (M – в мг/л, $ЭП$ – в мС/см). Коэффициенты для вод смешанного состава будут находиться между этими значениями. Этим, в частности, объясняется худшая корреляция между минерализацией и электропроводностью для вод смешанного состава.

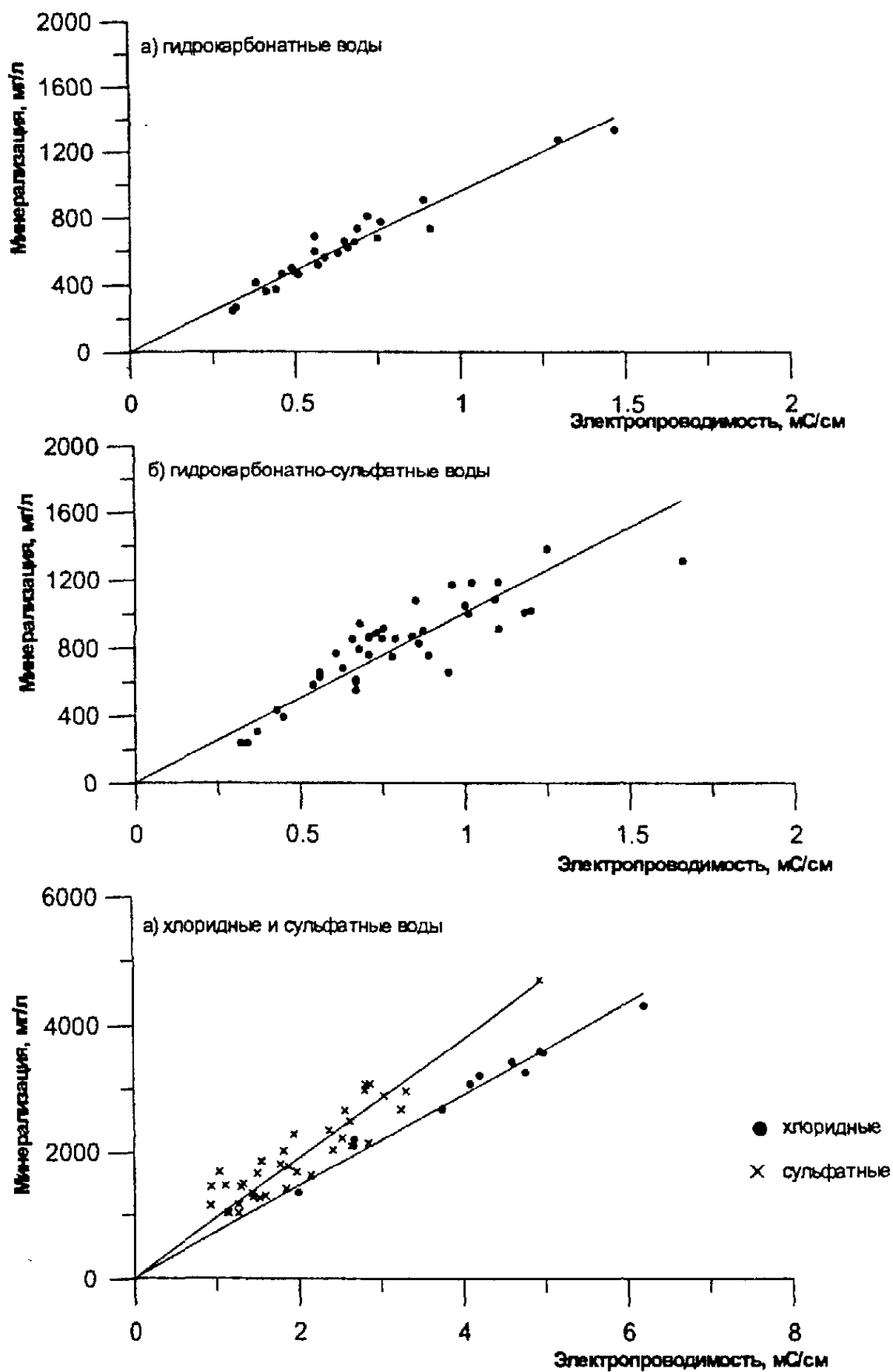


Рис. 3. Зависимость величины минерализации подземных вод от значений электропроводимости

сокую сходимость определений (коэффициент парной корреляции ≈ 0.98 , рис. 4). Высокая сходимость аналитических экспрессных и лабораторных методов установлена также при титриметрических определениях Ca (а значит и для Mg, поскольку суммарные концентрации кальция и магния определяют величину общей жесткости), HCO_3^- и Cl-ионов.

Из представленных на этом рисунке данных видно, что совпадение результатов полевых и лабораторных определений вполне удовлетворительное. Исключение составляет Fe, где расхождение может достигать двукратной величины, причем как в одну, так и в другую сторону.

Такие расхождения могут быть обусловлены изменением концентраций Fe в воде в процессе транспортировки и хранения проб в следствии адсорбции на мелкодисперсных глинистых частицах (уменьшение) или растворения твердых соединений железа (увеличение).

Тем не менее наблюдаемые расхождения в большинстве случаев отвечают требованиям ГОСТ 27384-87 «Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств».

Важно, что в консервированной водной пробе в лабораторных условиях возможен анализ содержаний лишь $\text{Fe}_{\text{общ}}$ поскольку в кислой среде в присутствии консерванта (HNO_3 или HCl) смещается равновесие $\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ и невозможно определить начальную концентрацию каждой из форм железа.

Однако при решении ряда методических вопросов гидрогеохимического опробования (принятия решения о необходимости фильтрования водной пробы, см. п. 4.5; оценке правильности аналитических определений железа и др.) необходимо отдельно установить содержания Fe^{3+} и Fe^{2+} .

Согласно термодинамическим расчетам в водах с $\text{pH} > 5$ концентрация окисного железа не должна превышать 17 мкг/л [5]. Это значит, что в пресных питьевых водах (pH 6-9) обнаружение Fe^{3+} в содержаниях более ПДК может быть связан только со следующими причинами:

- аналитической ошибкой, определяющей либо отбраковку полученных результатов, либо необходимость повторного проведения анализа;
- присутствием в воде взвешенных или коллоидных частиц;

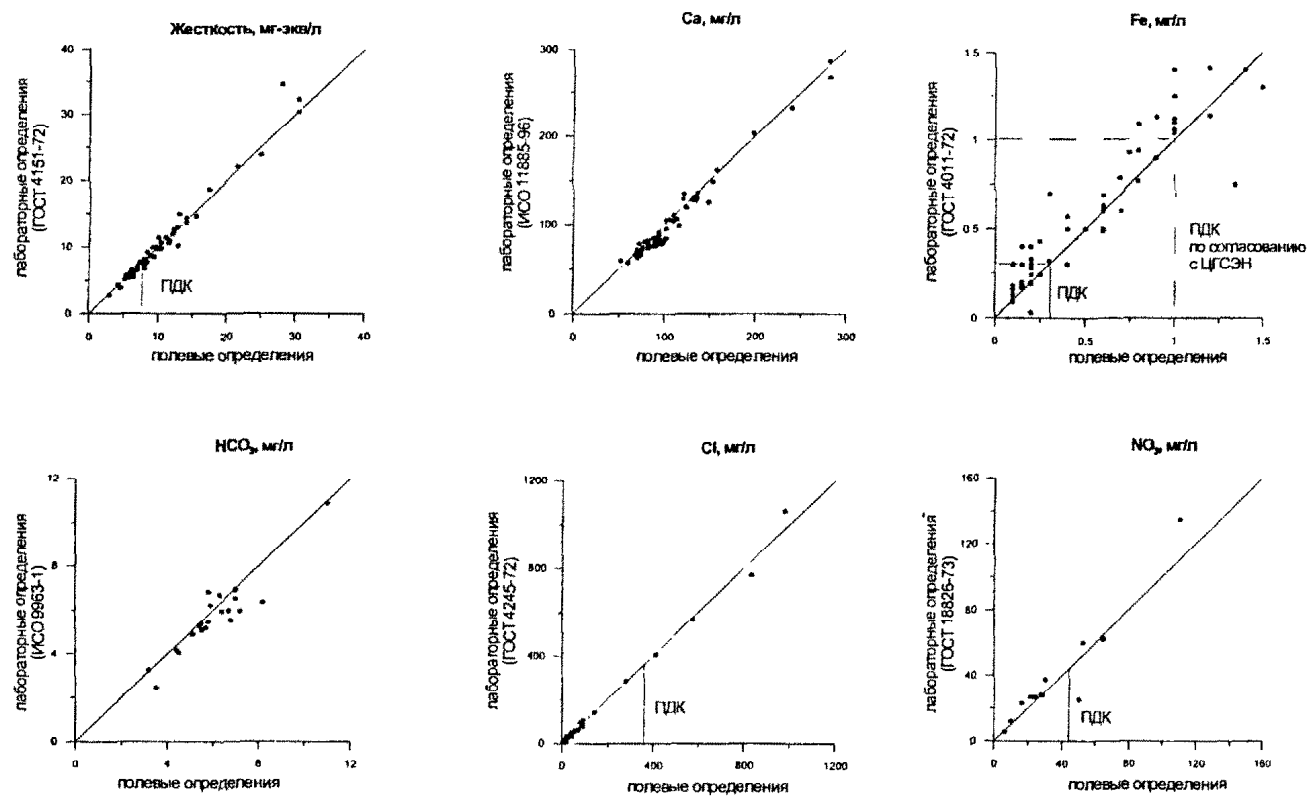


Рис. 4 Сравнение полевых (с использованием оборудования фирмы "Merck") и лабораторных (гостируемых) методов исследования качества подземных вод

- присутствием в воде высокомолекулярных органических соединений гумусового ряда (например – фульфатов).

Трудоемким является полевой анализ содержаний сульфатного иона, поскольку существующая экспрессная методика требует соблюдения определенного температурного режима. Тем не менее, это не исключает возможности проведения в полевых условиях общего химического анализа вод.

Определения нормируемых физических свойств вод (запаха, привкуса, цветности, мутности) преследуют не только соблюдение требований нормативных документов к оценке их органолептических свойств, но и позволяют экспрессно на качественном уровне оценить присутствие целого ряда химических веществ.

Запах и привкус в полевых условиях возможно определить по приведенной в табл. 4 шкале.

Таблица 4

*Интенсивность запаха и привкуса воды в баллах
(ГОСТ 3351-74)*

Интенсивность запаха, вкуса	Характер проявления запаха, привкуса	Оценка интенсивности, балл
Нет	Не ощущается	0
Очень слабая	Не ощущается потребителем, но обнаруживается опытным исследователем	1
Слабая	Замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

По запаху можно зафиксировать предельные концентрации в водах целого ряда углеводородов: алифатических, ароматических, галогенсодержащих, кислородсодержащих, азотсодержащих.

Ощутимый привкус чувствуется при повышенных концентрациях в водах этилбензола, метилстирола, некоторых спиртов (октилового, алилового), ди-, трихлорфенола, диэтилового эфира и т.д.).

Идентификация большинства вышеперечисленных органических веществ затруднительна по органолептическим показателям, но при обнаружении

ружении в полевых условиях позволяет решить вопрос об отборе специальной водной пробы.

Определения цветности в полевых условиях проводят с использованием специальных шкал (например, по методу 114421 Merck Aquasquant), либо переносных спектрофотометров. При анализе этого показателя надо иметь в виду следующее:

- сама по себе цветность подземных вод, как органолептический показатель их качества, вторична по отношению к содержанию и соотношению общих или специфических компонентов химического состава ее обуславливающих и не может сформироваться без протекания определенных геохимических процессов;
- следует различать "кажущуюся" цветность вод, которая в практике лабораторных химико-аналитических работ определяется как "цвет, получаемый в присутствии нерастворенного взвешенного вещества" [10], и "истинную" цветность, образующуюся при наличии в составе вод некоторых растворенных веществ.

Высокоцветные (цветность более 20 град) подземные воды широко распространены в верхних водоносных горизонтах районов болотных массивов; формирование таких вод известно в определенных условиях водоносных систем, сложенных лигнитизированными отложениями. В таких водах присутствуют фульво- и гуминовые кислоты.

"Кажущаяся" цветность подземных вод фиксируется визуально и аналитически при наличии в водах взвешенных мелкодисперсных частиц, при повышенных содержаниях кремнекислоты, полимеризация которой вызывает образование макромолекул, обуславливающих опалесценцию, а также при повышенных концентрациях закисного железа.

В последнем случае при отборе водной пробы, при ее транспортировке и длительном хранении происходит окисление $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \bar{e}$, гидролиз $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ с образованием коричнево окрашенной коллоидной или мелкодисперсной взвеси.

При определении цветности подземных вод в присутствии гидроксида железа с использованием оптических приборов происходит увеличение светопоглощения за счет взвешенных частиц и соответственно искусственно завышается цветность. Именно такая цветность является

"кажущейся" и нормативные документы перед измерениями данного показателя обуславливают ультрамембранную фильтрацию водной пробы через фильтр с диаметром пор 0.45 мкм, что и рекомендуется обязательно проводить при наличии в водах взвешенных и коллоидных частиц..

Формирование повышенной цветности вод возможно при их загрязнении микроколичествами специфических органических соединений (пирокатехина, пирогаллола, гидрохинона, аминифенола, алкилсульфоната и др.).

Мутность подземных вод формируется также как цветность в случаях, когда в них присутствуют взвешенные, коллоидные частицы. Полевые количественные определения этого показателя проводят с использованием переносных оптических нефелометров.

К важным, но ненормируемым физическим показателям относится температура подземных вод, по значениям которой возможно установить тепловое техногенное загрязнение водоносных горизонтов вследствие утечек промышленных, коммунально-бытовых стоков, микробиологических процессов. Определение $T^{\circ}C$ проводят с использованием разнообразных термометров (ртутных, электронных).

Быстроменяющиеся (нестабильные во времени) компоненты, определения которых необходимо проводить в полевых условиях, представлены следующими группами элементов и соединений:

- ☐ переменновалентными компонентами (Fe , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+);
- ☐ компонентами карбонатной системы (H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-});
- ☐ растворенными геохимически активными газами (O_2 , H_2S , CO_2).

Полевые методы химико-аналитических определений перечисленных компонентов указаны в приложении 2; сравнение результатов полевых и лабораторных методов исследований качества подземных вод по отдельным быстроменяющимся компонентам показано на рис.4.

Оценку качества подземных вод по комплексу обобщенных, санитарно-токсикологических и органолептических показателей целесообразно проводить в полевых условиях по содержанию приоритетных показателей. Принципы выделения таких показателей рассмотрены в разделе

4.4. Химико-аналитические методы полевых определений нормируемых показателей состава подземных вод, допущенные к использованию при контроле их качества по СанПиН 2.1.4.1074-01, и сравнение этих методов с лабораторными приведено в приложении 2.

Из анализа рассматриваемого приложения можно сделать следующие выводы:

- ☐ для большинства нормируемых обобщенных, санитарно-токсикологических, органолептических показателей существуют полевые методы определений, пределы обнаружений которых удовлетворяют требованиям, предъявляемым к методам контроля качества вод по ГОСТ Р 51232-98;
- ☐ наиболее приемлемым для использования в практике полевых гидрогеологических работ является флуориметрический метод на базе отечественного анализатора "Флюорат-02", обеспеченный пакетом стандартизированной методической документации, набор химических реактивов фирмы Merck для производства фотометрических, колориметрических, титриметрических анализов, имеющий международный сертификат;
- ☐ в настоящее время отсутствуют полевые методы определений в водах величины перманганатной окисляемости, фенольного индекса, содержания бария, лития, ртути, свинца, стронция, хлороорганических пестицидов.

Соотношение полевых и лабораторных химико-аналитических определений показателей качества подземных вод должно подбираться индивидуально для каждого месторождения. При этом обязательному учету подлежат:

- ☐ наличие аттестованных методик контроля показателей качества вод;
- ☐ наличие средств измерений, в т.ч. Государственных стандартных образцов (ГСО), оборудования общепаналитического вспомогательного назначения;
- ☐ наличие специалистов надлежащей квалификации;
- ☐ качество внутрилабораторного и внешнего контроля результатов химико-аналитических определений.

Погрешность химико-аналитических определений показателей качества подземных вод не должна превышать норм, установленных ГОСТ 27384.

4.5. Фильтрование водных проб. Обычный отбор (без проведения каких-либо операций) можно производить только для определений консервативных компонентов химического состава подземных вод. При отборе проб вод, содержащих взвешенные, коллоидные частицы, возможны искажения результатов лабораторных химико-аналитических определений. Такие искажения вызваны следующим:

- высокой сорбционной способностью мелкодисперсных частиц глинистых минералов, коллоидов гидроксидов железа по отношению к неорганическим микроэлементам и органическим соединениям; в результате происходит переход этих веществ из водной фазы в твердую и, как следствие, уменьшение их истинных концентраций;
- растворением твердофазных частиц при консервации водных проб подкислением, при котором происходит переход элементов (в первую очередь Fe, Al, Si) в водную фазу и увеличение их истинных концентраций.

Присутствие взвеси, коллоидов не всегда можно установить визуально. Для их обнаружения на месте отбора водной пробы следует анализировать содержания окисного железа, мигрирующего в околонеutralных и слабощелочных средах, преимущественно в виде соединений твердой фазы. Фильтрации подлежат пробы вод, содержащих более 0.1 мг/л Fe^{3+} .

Для устранения взвеси пробы фильтруют в полевых условиях через фильтры с диаметром пор не более 0.5 мкм. Через указанные фильтры возможно только принудительное фильтрование с использованием специальных приспособлений. Фильтрование не применяют, если фильтр задерживает один или более ингредиентов, подлежащих определению.

4.6. Консервация фильтратов. Водная проба сохраняется без изменения содержаний исследуемых показателей качества с помощью добавляемых к ней специальных средств (консервантов) или благодаря созданию определенных условий.

Выбор способа консервации, так же как применение конкретного консерванта, зависит от гидрогеохимических свойств определяемого компонента, особенностей лабораторного аналитического метода его определения. Способы консервации проб вод для определения нормируемых СанПиН 2.1.4.1074-01 показателей качества приведены в приложении 3.

Водные пробы должны быть отобраны в емкости из определенного материала (стекло, полиэтилен, см. приложение 3). Время до производства лабораторных определений при соблюдении температурного режима хранения пробы должно быть как можно меньшим.

4.7. Лабораторные химико-аналитические методы исследований качества подземных вод.

Требования к лабораторным химико-аналитическим методам исследований качества питьевых вод регламентированы ГОСТ Р 51232-98 "Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества". Настоящий стандарт распространяется на воду централизованных и автономных систем водоснабжения и применяется при организации производственного контроля и выборе методов определения ее качества.

Рекомендации по выбору методов контроля за содержанием в водах нормируемых элементов и соединений содержатся также в МУ 2.1.4.682-97 "Методические указания по внедрению и применению Санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559-96..."

Для лабораторных химико-аналитических исследований качества питьевых вод допускаются метрологически аттестованные методики, соответствующие требованиям ГОСТ Р 8.563-96 ГСИ "Методика выполнения измерений", значения показателей погрешности которых не превышают допустимых норм погрешности по ГОСТ 27384-87 "Вода. Нормы - погрешности измерений показателей состава и свойств". Допускаются также методики, утвержденные или допущенные к применению Госстандартом России или Госсанэпидслужбой России. Дополнительно рекомендуется применение современных инструментальных физико-химических методов - хромато-масс-спектрометрических, газохроматографических и т.д. Общее требование к аналитическим методикам -

нижний предел обнаружения компонента не должен превосходить 0.5 ПДК.

Лабораторные химико-аналитические методы определений обобщенных, санитарно-токсикологических и органолептических показателей качества подземных вод перечислены в приложении 3.

Анализ данных, приведенных в этом приложении, показывает, что в перечне аналитических методик, допущенных для применения при оценке качества питьевых вод, выделяются современные лабораторные методы до сих пор мало используемые в практике гидрогеохимических работ.

Одним из них является атомно-эмиссионный спектрометрический метод, позволяющий из малого объема водной пробы (≈ 10 мл) анализировать содержания практически полного перечня нормируемых неорганических элементов. Достоинством этого метода является высокая чувствительность и воспроизводимость анализа. Сравнение результатов определений ряда макро- и микрокомпонентов химического состава подземных вод с использованием гостированных методик и масс-спектрометрического метода показано на рис.5.

Перспективным для использования в лабораторных исследованиях содержаний нормируемых органических соединений является хромато-масс-спектрометрический метод. Отличительной чертой этого метода является то, что анализ проводится одновременно для всех содержащихся в водной фазе органических соединений с их компьютерной идентификацией по спектро-структурным корреляциям с использованием библиотеки масс-спектров.

Порядок проведения лабораторных химико-аналитических определений показателей качества подземных вод предусматривает первоочередной анализ компонентов из неконсервированных водных проб с ограниченным сроком хранения.

Методы санитарно-микробиологического анализа вод применяют в соответствии с Методическими указаниями МУК 4.2.671-97.

Для отбора водных проб используют специально предназначенные емкости, изготовленные из материалов, не влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов, специально подготовленные в лаборатории, вы-

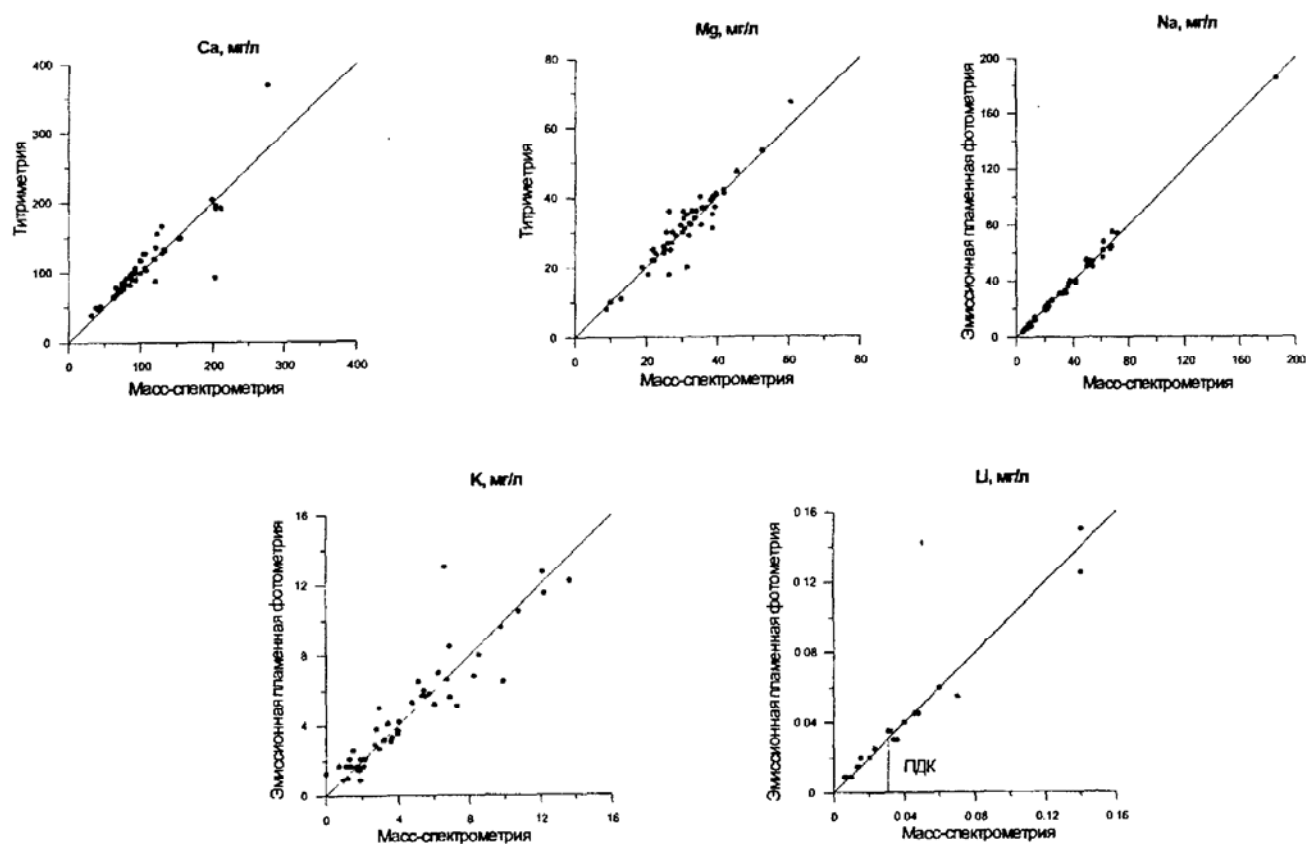


Рис.5 Сравнение результатов аналитических определений компонентов химического состава подземных вод с использованием атомно-эмиссионного спектрометрического метода с гострируемыми методиками

полняющей анализ. Отбор пробы осуществляется с соблюдением правил стерильности, исключающих касание пробки и краев емкости с чем-либо.

При опробовании скважин, оборудованных краном, проводят его стерилизацию обжиганием и последующим спуском воды в течение не менее 10 минут. Пробу отбирают непосредственно из крана без резиновых шлангов и других насадок.

При заполнении емкостей должно оставаться пространство между пробкой и поверхностью воды.

Доставка проб осуществляется в контейнерах-холодильниках при температуре $+4\div+10^{\circ}\text{C}$. При этом срок-начала лабораторных исследований от момента отбора проб не должен превышать 6 часов. Если пробы нельзя охладить, их анализ следует провести в течение 2-х часов после забора. В связи с этим, при планировании проведения санитарно-микробиологического анализа вод следует предусмотреть меры, обеспечивающие соблюдение требуемых правил хранения и транспортировки водных проб. Следует иметь в виду, что если время доставки пробы и температура ее хранения не могут быть соблюдены, микробиологический анализ может привести к получению недостоверных данных.

4.8. В разделе 4.3 перечислены компоненты и показатели качества подземных вод, которые целесообразно анализировать в полевых условиях (органолептические показатели – запах, привкус, цветность, мутность; интегральные показатели – pH, Eh, минерализация, общая жесткость; быстроменяющиеся (нестабильные во времени) показатели – Fe, NO_3 , NO_2 , NH_4 , H_2CO_3 , HCO_3 , CO_3 , O_2 , H_2S , CO_2).

Возможности современных экспрессных лабораторий позволяют анализировать в полевых условиях большинство нормируемых компонентов химического состава подземных вод, за исключением перечисленных в п. 4.4. Анализ концентраций этих показателей и химических веществ проводят в стационарных лабораториях.

Полевые химико-аналитические определения сопровождаются внутренним контролем качества выполнения анализа. В комплекс оценочных показателей качества анализов включаются:

- взаимное согласование найденных содержаний катионов и анионов;
- нахождение случайных погрешностей (воспроизводимости) для каждого компонента состава.

Погрешность общего химического (П, %) вычисляют по формуле:

$$П = \frac{\sum A - \sum K}{\sum A + \sum K} \cdot 100\%,$$

где $\sum A$ и $\sum K$ соответственно сумма анионов и катионов, ммоль/л.

Допускаются следующие случайные погрешности:

Содержания анионов, ммоль/л	Погрешность (П,%)
Более 15	- 2
15-5	- 3
4,9-3	- 7
2,9-2	- 10
Менее 2	Не регламентируется

Воспроизведение (сходимость) результатов определений компонентов химического состава подземных вод контролируют в каждой партии проб. Партия – это группа подлежащих исследованию проб воды, характеризующаяся числом компонентов – определений, т.е. произведением числа проб на число определяемых компонентов в каждой пробе.

Число контрольных пар компоненто-определений и приемные числа для химических анализов приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Приемочные числа и число компоненто-определений
в контрольной выборке

Число компоненто-определений в партии	Число компоненто-определений в контрольной выборке	Приемочное число
от 2 до 15	100% - контроль	0
от 16 до 25	5-7	0
от 26 до 50	8-12	0
от 51 до 90	13-19	2
от 91 до 150	20-31	3
от 151 до 280	32-49	5
от 281 до 500	50 и более	7

Погрешность измерений не должна превышать значений, установленных ГОСТ 27384, ГОСТ Р 51592-2000.

Внешний лабораторный контроль выполняется не менее, чем для 5% водных проб.

Оптимальное соотношение полевых и лабораторных анализов качества подземных вод 75 и 25% соответственно. В случае, когда своевременная регулярная транспортировка проб в стационарную лабораторию невозможна, лабораторные определения могут быть ограничены 5% контрольных проб, но не менее.

В первую очередь, на внешний контроль направляются пробы, в которых по результатам полевых определений обнаружены концентрации тех или иных нормируемых компонентов в пределах (0.5-1.5) ПДК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящие "Методические рекомендации..." на этапе их издания имеют статус "Временных". Предполагается, что после их апробации в работах производственных гидрогеологических организаций, будет произведена редакция положений "Рекомендаций..." с учетом высказанных замечаний. Это послужит основой выработки окончательного варианта "Методических рекомендаций по гидрогеохимическому опробованию и химико-аналитическим исследованиям при поисково-разведочных работах и мониторинге подземных вод применительно к СанПиН 2.1.4.1074-01.

В настоящее время существуют объективные причины, мешающие быстрому внедрению данных "Методических рекомендаций..." в работу производственных организаций. Основные из них следующие:

- ☐ недостаточность оснащения современным оборудованием для гидрогеохимического опробования скважин, производства полевых и лабораторных химико-аналитических исследований показателей качества подземных вод (особенно органических);
- ☐ отсутствие достаточного количества квалифицированных специалистов;
- ☐ практическое отсутствие современных разработок методики изучения большинства загрязняющих органических веществ в подземных водах (за исключением химико-аналитических методик).

Кроме того, требует обоснования рациональная методика гидрогеохимического изучения водозаборов различного типа. В частности, отсутствуют разработки, определяющие периодичность опробования подземных вод водозаборов инфильтрационного типа и питающих их поверхностных вод; нет обоснования перечня приоритетных показателей качества поверхностных вод, учитывающая незакономерную изменчивость их химического состава в кратковременные периоды проскоков загрязняющих веществ.

Перечень нормативных, методических и справочных документов

Санитарные правила и нормы "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества", СанПиН 2.1.4.1074-01.

Методические указания по внедрению и применению Санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества". МУ 2.1.4.682-97.

ГОСТ 2761-84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора".

ГОСТ Р 51232-98 "Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества".

ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб».

Государственный контроль качества воды. М., ИПК, изд-во стандартов, 2001, 688 с.

Санитарные правила и нормы "Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. СанПиН 2.1.4.544-96.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99.

Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды. Методические указания МУК 4.2.671-97.

ГОСТ 27384-87 "Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств".

Перечень основных действующих методических документов по методам контроля химических веществ в объектах окружающей среды, воздухе рабочей зоны, пищевых продуктах и добавках. М, Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1998.

Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод (Методические рекомендации). М, ГИДЭК, 1998.

Гигиенические нормативы "Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования". ГН 2.1.5.689-98.

Гигиенические нормативы "Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования". ГН 2.1.5.690-98.

Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). ГН 1.1.546-96.

Методические рекомендации по геохимическому изучению загрязнения подземных вод. М, ВСЕГИНГЕО, 1991, 106 с.

Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. С-Пб, Эколого-аналитический информационный центр "Союз", 1998.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. Киев, Выща шк., Головное изд-во, 1989, 407 с.
2. Закутин В.П. Окислительно-восстановительные состояния хозяйственно-питьевых подземных вод. Отечественная геология, 1992, с.65-73.
3. Закутин В.П., Щека В.А. Окислительно-восстановительные состояния подземных вод., М, ВИЭМС, 1985, 52 с.
4. Крайнов С.Р., Закутин В.П. Загрязнение подземных вод в сельскохозяйственных регионах. М, АО "Геоинформмарк", 1993, 86 с.
5. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия, М, Недра, 1992, 308 с.
6. Мазаев В.Т., Шлепнина Т.Г., Мандрыкин В.И. Контроль качества питьевой воды. М, Колос, 1999, 168 с.
7. Позднякова И.А., Путилина В.С., Галицкая И.юВ. Загрязнение подземных вод отходами животноводства. М, АО "Геоинформмарк", 1998, 62 с.
8. Руководство по контролю качества питьевой воды. Второе издание. Том 1. Рекомендации. Женева, ВОЗ, 1994, 256 с.
9. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. М, Наука, 1998, 335 с.
10. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. М, Аква, 2000, 624 с.

Сравнение предельно-допустимых концентраций показателей качества питьевых вод
по требованиям СанПиН 2.1.4.559-96с нормативами ВОЗ, ЕС и США

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Показатели	Единицы измерения	ПДК				Основные причины, вызывающие повышение значений показателя в подземных водах	Влияние повышенных концентраций на организм человека, органолептические свойства вод
		СанПиН 2.1.4.559-96	ВОЗ	ЕС	США		
Физические показатели							
Цветность	градус	20 (35)*	15			Повышенное содержание органических веществ гумусового ряда	Ухудшение органолептических свойств
Мутность	ЕМФ	2,5 (3,5)*	5	1		Присутствие коллоидных, взвешенных частиц	Опосредованная эпидемиологическая опасность, ухудшение органолептических свойств
Запах	балл	2				Повышенное содержание веществ, влияющих на запах	Ухудшение органолептических свойств
Привкус	балл	2				Повышенное содержание веществ, влияющих на привкус	Ухудшение органолептических свойств
Обобщенные показатели							
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-9	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5		Промышленное, сельскохозяйственное загрязнение	Ухудшение органолептических свойств
Общая минерализация	мг/л	1000 (1500)*				Формирование вод в гипсоносных карбонатных породах, терригенных породах морского генезиса; загрязнение вод	Ухудшение органолептических свойств
Жесткость общая	ммоль/л	7 (10)*				Формирование вод в карбонатных (особенно в гипсоносных) отложениях; загрязнение вод	Мочекаменная болезнь
Окисляемость перманганатная	мгО ₂ /л	5		5		Повышенное содержание неорганических и органических веществ природного происхождения; промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое загрязнение	Ухудшение органолептических свойств
Нитраты, суммарно	мг/л	0,1				Промышленное загрязнение	Ухудшение органолептических свойств
ПАВ, антропогенные	мг/л	0,5				Промышленное, коммунально-бытовое загрязнение	Ухудшение органолептических свойств
Фенол	мг/л	0,001				Промышленное загрязнение	Заболевания почек, ЦНС, ЖКТ, раздражающее действие, легко проникает через кожу, ухудшение органолептических свойств
Неорганические вещества							
Алюминий	мг/л	0,5	0,2	0,2		Формирование вод в щелочных породах	Заболевания ЦНС, болезнь Альцгеймера
Барий	мг/л	0,1	0,7		2	Формирование вод со слабощелочной и около нейтральной реакцией среды; промышленное загрязнение	Заболевания сердечно-сосудистой системы, нарушение репродуктивной функции
Бериллий	мг/л	0,0002			0,004	Формирование вод в породах с бериллиевой минерализацией, промышленное загрязнение	Канцероген
Бор	мг/л	0,5	0,3	1		Формирование вод с высоким Na/Ca соотношением, промышленное загрязнение	Заболевания ЖКТ, нарушение репродуктивной функции, углеводного обмена
Железо	мг/л	0,3 (1,0)*	0,3	0,2		Формирование бескислородных вод со слабощелочной и околонейтральной реакцией	Раздражающее действие на слизистые и кожу, гемохроматоз, аллергия, влияние на органолептические свойства
Кадмий	мг/л	0,001	0,003	0,005	0,005	Промышленное загрязнение	Заболевания почек, надпочечников, ЖКТ, нарушение костной системы (декальцификация)
Марганец	мг/л	0,1 (0,5)*	0,1	0,05		Формирование бескислородных вод со слабощелочной и околонейтральной реакцией	Заболевания ЦНС, гемопоэз
Медь	мг/л	1	1	2	1,3	Промышленное загрязнение	Заболевания печени, почек, ЖКТ, слизистых
Молибден	мг/л	0,25	0,07			Промышленное загрязнение	Развитие артрозов, полиартритов
Мышьяк	мг/л	0,05	0,01	0,01	0,05	Формирование вод в породах с мышьяковой минерализацией, промышленное, сельскохозяйственное загрязнение	Канцероген, заболевания ЦНС, кожи, периферической нервной и сосудистой систем
Никель	мг/л	0,1	0,02	0,02		Промышленное загрязнение	Канцероген, заболевания ЖКТ, кровеносной системы
Нитриты	мг/л	3**	50	50	10	Сельскохозяйственное, коммунально-бытовое загрязнение	Заболевания кровеносной, сердечно-сосудистой систем
Ртуть	мг/л	0,0005	0,001	0,001	0,002	Формирование вод в породах с ртутной минерализацией; промышленное загрязнение	Заболевания ЦНС (дети), кровеносной системы, почек, нарушение репродуктивной функции
Свинец	мг/л	0,03	0,01	0,01	0	Промышленное загрязнение	Заболевания ЦНС, периферической нервной системы, нарушение метаболизма кальция, порфириновый обмен, гемопоэз, атеросклероз, нарушение кроветворной функции
Селен	мг/л	0,01	0,01	0,01	0,05	Формирование вод с высоким значением E _h , промышленное загрязнение	Заболевания печени, соединительной ткани, ЖКТ, сосудистой системы, кожи, ЦНС
Стронций	мг/л	7				Формирование вод в породах с целестиновой, стронцианитовой минерализацией	Нарушение костной ткани, болезнь Кашима-Бека
Сульфаты	мг/л	500	250	250		Формирование вод в загипсованных отложениях	Ухудшение органолептических свойств
Фториды	мг/л	1,5	1,5	1,5	4	Формирование вод с высоким Na/Ca соотношением в карбонатных породах с флюоритовой минерализацией, в щелочных породах	При недостатке - кариес, при избытке - флюороз зубов и скелета, уродства развития скелета у детей, хондродисплазия

Хлориды	мг/л	350	250			Формирование вод в терригенных отложениях морского происхождения; промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое загрязнение	Ухудшение органолептических свойств
Хром (VI)	мг/л	0,05	0,05	0,05	0,1	Промышленное загрязнение	Заболевания печени, почек, ЖК тракта, слизистых, кожи
Цинк	мг/л	0,035	0,07	0,05	0,2	Загрязнение	Заболевания щитовидной железы, ЦНС
Литий	мг/л	5	3			Загрязнение	Нарушается метаболизм меди и железа
Таллий	мг/л	0,0001			0,0005	Загрязнение	Заболевания ЦНС, печени
Литий	мг/л	0,03				Формирование вод с пониженным отношением Na/K	Заболевания, почек, печени
Сурьма	мг/л	0,05	0,005	0,005	0,005	Промышленное загрязнение	Нарушение жирового и углеводного обмена
Кобальт	мг/л	0,1				Промышленное загрязнение	Нарушения кроветворной функции
Аммоний	мг/л	2**	1,5	0,5		Формирование бескислородных вод, промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое загрязнение	Образование нитритов, канцерогенных N-нитрозаминов
Кремний	мг/л	10				Формирование вод в терригенных отложениях в условиях гумидной зоны	Заболевания почек
Натрий	мг/л	200	200	200		Формирование вод в терригенных отложениях морского происхождения; промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое загрязнение	Заболевания ЦНС
Нитрит	мг/л	3	3	0,5	1	Коммунально-бытовое загрязнение	Образование канцерогенных N-нитрозаминов
Радиологические показатели							
Общая α-активность	Бк/л	0,1	0,1			Формирование вод в отложениях с повышенной эманацией	Заболевания, связанные с радиоактивным облучением
Общая β-активность	Бк/л	1	1				
Органические вещества							
γ-ХЦГ (пикдан)	мг/л	0,002	0,002		0,0002	Сельскохозяйственной загрязнение	Заболевания печени
ДДТ (сумма изомеров)	мг/л	0,002	0,002			Сельскохозяйственной загрязнение	Заболевания ЦНС, почек, печени, периферической нервной, репродуктивной систем, тератогенное эмбриотоксическое действие
2,4-Д	мг/л	0,03	0,03		0,07	Сельскохозяйственной загрязнение	Заболевания ЦНС, почек, печени, нарушение репродуктивной функции, тератогенное эмбриотоксическое действие

Примечание. * Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории.
 ** Величины указаны в соответствии с методическими указаниями МУ 2.1.4.682-97

**Лабораторные и полевые методы определений
обобщенных, санитарно-токсикологических и органолептических показателей качества питьевых подземных вод.**

Показатели	ПДК СанПиН 2.1.4.559-96, мг/л	Методы определений, нормативный документ			
		Лабораторные		Полевые	
1	2	Метод определения	Предел обнаружения мг/л	Метод определения	Предел обнаружения мг/л
3	4	5	6		
Обобщенные показатели					
Водородный показатель	5-9	Потенциометрия	0,1ед рН	Потенциометрия	0,1ед рН
Общая минерализация (сухой остаток)	1000(1500)	Гравиметрия ГОСТ 18164	Погрешность определения 2%	Кондуктометрия (резистивиметрия)	Погрешность определения 2%
Жесткость общая	7(10) мг/л	Титриметрия, ГОСТ 4151	0,05	Титриметрия, ГОСТ 4151, ГОСТ 1030 Титриметрия 108039 Merck Aquametro	0,1
Окисляемость перманганатная	5 мгО/л	Титриметрия ИСО 6467-93	0,25		
Нефтепродукты, суммарные	0,1	ИК-спектрофотометрия РД 52 24 476-95 Флуориметрия, МУК 4.1.058-96	0,05 0,005	Флуориметрия, МУК 4.1.068-96	0,005
Поверхностно-активные вещества (ПАВ) анионоактивные	0,5	Газовая хроматография, Инструкция НСАМ № 293 Флуориметрия, спектрофотометрия, ГОСТ Р 51 211 Фотометрия РД 52 24 368-95	0,01 0,02	Флуориметрия, МУК 4.1.070-96	0,025
Фенольный индекс	0,25	Спектрофотометрия РД 52 24 488-95, ИСО 6439-90	0,001	Отсутствуют	
Фенолы	0,001	Газовая хроматография, МУК 4.1.647-96, РД 52 24 487-95 ИСО 8165 Инструкция НСАМ № 452	0,0005	Флуориметрия, МУК 4.1.069-96	0,0005
Неорганические санитарно-токсикологические показатели					
Алюминий (Al)	0,5	Фотометрия, ГОСТ 18165 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24 377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,05 0,004	Фотометрия 114825 Merck Spectroquant Колориметрия 114823 Merck Microquant Флуориметрия, МУК 4.1.057-96	0,05 0,1 0,01
Азмоний (NH ₄)	2	Флуориметрия, МУК 4.1.057-96 Фотометрия, ГОСТ 4162 Потенциометрия, РД 52 24 395-95	0,01 0,05 0,1	Фотометрия 114558 Merck Spectroquant Потенциометрия, РД 52 24 395-95 Колориметрия, ГОСТ 1030	0,2 0,1 0,1
Барий (Ba)	0,1	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,0011	Отсутствуют	
Барий (Ba)	0,0002	Фотометрия, УМИ-87 Флуориметрия, ГОСТ 18294 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24 377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,00005 0,00002 0,00006	Флуориметрия, ГОСТ 18294	0,00005
Бор (B)	0,5	Флуориметрия, ГОСТ Р 51210, МУК 4.1.059-96 Спектрофотометрия, ИСО 9390-90, РД 52 24 369-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,05 0,1 0,006	Флуориметрия, МУК 4.1.059-96 Фотометрия 114639 Merck Spectroquant	0,05 0,05
Кадмий (Cd)	0,001	Фотометрия, РД 52 24 436-95 Флуориметрия, МУК 4.1.060-96 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24 377-95, ИСО 5961-94, ИСО 8288-86	0,0008 0,0005 0,00001	Флуориметрия, МУК 4.1.060-96	0,0005
Кобальт (Co)	0,1	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96 Инверсионная ерльламперометрия, РД 118 02 7-90 Фотометрия, УМИ-87 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24 377-94 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,001 0,005 0,03 0,0003	Флуориметрия, МУК 4.1.061-96	0,0001
Литий (Li)	0,03	Эмиссионная пламенная фотометрия, РД 118 02 228-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,01 0,0002	Отсутствуют	
Кремний (Si)	10	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96 Фотометрия	0,05 0,05	Фотометрия 114794 Merck Spectroquant	0,01

1	2	3	4	5	6
Молибден (Mo)	0,25	Фотометрия, ГОСТ 18308	0,0025	Флуориметрия, П 159/97	0,05
		Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52.24.377-95	0,0001		
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,0002		
Мышьяк (As)	0,05	Фотометрия, ГОСТ 4152	0,01	Флуориметрия, М-01-26-96	0,005
		Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 20.1.2.3.19-95	0,0005		
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,002		
		Инверсионная вольтамперометрия РД 52.24.378-95	0,01		
		Титриметрия, РД 33-5.3.02-96			
		Эмиссионная пламенная фотометрия	1,0		
Натрий (Na)	200	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,009	Фотометрия 114562 Merck Spectroquant	5
		Фотометрия, РД 52.24.494-95	0,0005	Фотометрия 114755 Merck Spectroquant	0,02
		Флуориметрия М-01-19-96	0,001		
Никель (Ni)	0,1	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	0,0002	Флуориметрия, М-01-25-96	0,001
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,002		
		Фотометрия, ГОСТ 18826	0,05	Флуориметрия, М-01-23-96	0,05
Нитраты (NO ₃)	45	РД 52.24.380-95	0,01	Фотометрия 114773 Merck Spectroquant	1,0
		Спектрометрия, ИСО 7890-1-86, ИСО 7890-2-86, ИСО 7890-3-88	0,01		
		Ионная хроматография, ИСО 10304-1-92, ИСО 10304-2-95	0,1		
		Фотометрия, ГОСТ 4192	0,003	Фотометрия 114776 Merck Spectroquant	0,02
		Флуориметрия, МУК 4.1.065-96	0,005	Флуориметрия, МУК 4.1.065-96	0,005
		Ионная хроматография, ИСО 10304-1-92, ИСО 10304-2-95	0,01	Калориметрия 114408 Merck Aququant	0,005
Нитриты (NO ₂)	3	Спектрофотометрия, ИСО 6777-84	0,003	Калориметрия, ГОСТ 1030	0,01
		Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, ГОСТ Р 51212, МУК 4.1.005-94	0,0002	Отсутствуют	
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,00009		
Ртуть	0,0005	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,00009	Отсутствуют	
Свинец (Pb)	0,03	Фотометрия, ГОСТ 18293	0,0005		
		Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52.24.377-95	0,0002		
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,0002		
		Инверсионная вольтамперометрия РД 52.24.371-95	0,0001		
		Флуориметрия, ГОСТ 19413	0,0001		
Селен (Se)	0,01	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия	0,0002		
		Атомно-эмиссионная спектрометрия	0,003		
		Эмиссионная пламенная фотометрия, ГОСТ 23950	0,5		
Стронций (Sr)	7	Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,0004	Отсутствуют	
		Фотометрия, ИСО 10530, РД 52.24.460-95	0,005		
Сульфид-ион, гидросульфид-ион, сероводород (S+HS+H ₂ S)	3,0 (гидросульфид) 0,003 (сероводород)	Титриметрия, УМН-78	0,1	Флуориметрия, МУК 4.1.066-96	0,005
			(суммарно)		
			(суммарно)		
Фториды (F)	1,5	Флуориметрия, МУК 4.1.067-96	0,005	Флуориметрия, МУК 4.1.067-96	0,005
		Фотометрия, ГОСТ 4366	0,04	Фотометрия 114557 Merck Spectroquant	0,1
		Потенциометрия с ионоселективным электродом, РД 52.24.360-90	0,3	Потенциометрия с ионоселективным электродом, РД 52.24.360-90	0,3
				Калориметрия, ГОСТ 1030	0,5
Хром (Cr)	0,05	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52.24.377-95, ИСО 9174-90	0,0002	Флуориметрия 114758 Merck Spectroquant	0,01
		Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,001	Флуориметрия, М-01-11-94	0,002
		Фотометрия, РД 52.24.448-95	0,005		
		Флуориметрия, МУК 4.1.062-96	0,002		
Цинк (Zn)	0,035	Флуориметрия, М-01-26-97	0,02	Флуориметрия, М-01-26-97	0,02
		Фотометрия, ИСО 6703-1-84	0,01	Фотометрия 114800 Merck Spectroquant	0,002

1	2	3	4	5	6
Органические санитарно-токсикологические показатели					
Линдан	0,002	Газожидкостная хроматография, ГОСТ Р 51209 Газовая хроматография, РД 52 24.412-95	0,000002	Отсутствуют	
ДДТ	0,002	Газожидкостная хроматография, ГОСТ Р 51209 Газовая хроматография, РД 52 24.412-95	0,00002	Отсутствуют	
2,4-Д	0,03	Газожидкостная хроматография, РД 52 24.438-95	0,000002	Отсутствуют	
Органолептические показатели					
Железо (Fe)	0,3 (1,0)	Фотометрия, ГОСТ 4011, РД 52 24.358-96 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24.377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96 Флуориметрия, МУК 4.1.064-96	0,1 0,05 0,01 0,007 0,05	Фотометрия 114761 Merck Spectroquant Колориметрия 114759 Merck Microquant Колориметрия ГОСТ 1030 Флуориметрия, МУК 4.1.064-96	0,01 0,1 0,1 0,06
Марганец (Mn)	0,1	Фотометрия, ГОСТ 4974, РД 52 24.475-95 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24.377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96	0,01 0,06 0,01 0,001	Флуориметрия, М-01-27-97 Фотометрия 114770 Merck Spectroquant	0,01 0,01
Медь (Cu)	1	Фотометрия, ГОСТ 4388 Флуориметрия МУК 4.1.063-95 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24.377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96 Инерсионная вольтамперметрия, РД 52 24.371-95	0,002 0,005 0,0001 0,001 0,001	Фотометрия 114767 Merck Spectroquant Флуориметрия МУК 4.1.063-95	0,05 0,005
Сульфаты (SO ₄)	500	Турбидиметрия, ГОСТ 4389 Ионная хроматография, ИСО 10304-1-92, ИСО 10304-2-95	2 0,1	Фотометрия 114791 Merck Spectroquant Турбидиметрия, ГОСТ 1030	
Хлориды (Cl)	360	Титриметрия, ГОСТ 4245 Ионная хроматография, ИСО 10304-1-92, ИСО 10304-2-95	1 0,1	Титриметрия 111106 Merck Aquametric Фотометрия 114730 Merck Spectroquant	2 5
Цинк (Zn)	5	Фотометрия, ГОСТ 18293 Флуориметрия МУК 4.1.058-96 Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, РД 52 24.377-95 Атомно-эмиссионная спектрометрия, ИСО 11885-96 Инерсионная вольтамперметрия, РД 52 24.373-95	0,005 0,005 0,004 0,001	Фотометрия 114832 Merck Spectroquant Флуориметрия МУК 4.1.058-96 Колориметрия 114780 Merck Microquant Фотометрия 114832 Merck Spectroquant	0,05 0,005 0,1 0,05
Ненормируемые показатели и компоненты общего химического состава вод					
Ен (мВ)	-	Отсутствуют	-	Потенциометрия	Погрешность определений 10 мВ
Гидрокарбонаты (НСО ₃) карбонаты (СО ₃)	-	Титриметрия, ГОСТ 23268	0,1 ммоль/л	Титриметрия 111109 Merck Aquametric Титриметрия, ГОСТ 1030	0,1 ммоль/л
Полифосфаты (РО ₄)	-	Колориметрия, ГОСТ 18609	0,01	Фотометрия 114648 Merck Spectroquant	0,01 Р.Р.О ₂
Кальций (Ca)	-			Титриметрия, ГОСТ 1030 Титриметрия 111110 Merck Aquametric Фотометрия 114632 Merck Spectroquant	1,0 2,0 5,0

**Методы консервации и условия хранения водных проб
для лабораторных определений обобщенных, санитарно-токсикологических,
органолептических и радиологических показателей качества подземных питьевых вод
(в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000)**

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Показатель (единица измерения)	Метод определения	Нормативный документ	Материал и объем пробы	Консервант	Срок хранения, сут	Условия хранения	Примечание
Обобщенные показатели и показатели общего химического состава подземных вод							
Водородный показатель (единицы pH)	Потенциометрия		полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	6 час	2-5°C	Определения проводить на месте после отбора
Общая минерализация или сухой остаток (мг/л)	Гравиметрия	ГОСТ 18164-72	полимерный материал, стекло 0,3л	не требуется	1	2-5°C	
Жесткость общая (ммоль/л)	Титриметрия	ГОСТ 4151-72	полимерный материал, стекло 0,5л	не требуется	1		Допускается хранение в течение 48 часов.
Окисляемость перман- ганатная (мгО/л)	Титриметрия	ГОСТ 2761-84	полимерный материал, стекло 0,2л	H ₂ SO ₄ до pH<2	1	2-5°C	
Нефтепродукты (мг/л)	ИКС	РД 52.24.476-95	стекло, 1л	HCl + гексан	3	2-5°C	После отбора проб необходимо добавить вещество, применяемое для экстракции
				HCl (1:1) или H ₂ SO ₄ или CCl ₄	7		
	ГХ	Инструкция НСАМ № 293	стекло, 1л	не требуется	3 часа		
	Флуориметрия	МУК 4.1.068-96	стекло, 0,1л	гексан	30		
ПАВ, анионоактивные (мг/л)	Фотометрия	ГОСТ Р51211-98	стекло, 0,2л	H ₂ SO ₄ до pH<2	2	2-5°C	
				Хлороформ	7	2-5°C	
	Флуориметрия	МУК 4.1.070-96	стекло, 0,05л		1	4-6°C	
Фенольный индекс (мг/л)	Фотометрия	РД 52.24.488-95	стекло боросиликатное, 1л	CuSO ₄ +H ₃ PO ₄ до pH<2	1	5-10°C	Условия хранения зависят от метода определения
Фенолы (мг/л)	ГХ	РД 52.24.487-95	стекло боросиликатное, 1л	NaOH до pH>11	1		
	Флуориметрия	ИСО 8165		не требуется	1	2-5°C	
		МУК 4.1.069-96	стекло, 0,5л	NaOH до pH>11	3	-	
Удельная электропроводность	Кондуктометрия (резистивиметрия)	ИСО 7888	полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	1	2-5°C	Определение предпочтительно проводить на месте отбора

NO ₃	Фотометрия	ГОСТ 18826-73	полимерный материал, стекло 0,2л	H ₂ SO ₄ до pH<2 или хлороформ	1	2-5°C	
NO ₂	Фотометрия	ГОСТ 4192-82	полимерный материал, стекло 0,5л	H ₂ SO ₄ до pH<2 или хлороформ	2	2-5°C	Определение предпочтительно проводить на месте отбора
	Флуориметрия	МУК 4.1.065-96	полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	1		
SO ₄	Турбидиметрия Гравиметрия	ГОСТ 4389-72	полимерный материал, стекло 0,5л	не требуется	7	2-5°C	
Cl	Титриметрия	ГОСТ 4245-72	полимерный материал, стекло 0,25л	не требуется	30		
HCO ₃	Титриметрия	ИСО 9963-1	полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	1	2-5°C	Определение предпочтительно проводить на месте отбора
Na, K, Ca, Mg	АЭС ИСП	ГОСТ Р 51309-99	полимерный материал 0,5л	HNO ₃ до pH<2	30		
Na	Фотометрия пламени	ГОСТ 23268.7 ГОСТ 26449.1	полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	30		
Санитарно-токсикологические показатели							
Be, Cd, Cr, Co, Cu, Mo, B, Al, Mn, Ni, Pb, Zn, Ba, Sr, Li, As, Se, Pb, Fe, Bi, Si, Te, Sb, W, V, Ag	АЭС ИСП	ГОСТ Р 51309-99	полимерный материал или боросиликатное стекло, 0,5л	HNO ₃ до pH<2	30		Также см. отдельно по элементам.
Al	Фотометрия	ГОСТ 18165-89	полимерный материал, стекло 0,1л	HNO ₃ до pH<2	3		
	Флуориметрия	МУК 4.1.057-96	полимерный материал 0,1л	HNO ₃ до pH<2	3		
Be	Флуориметрия	ГОСТ 18294-89	полимерный материал, стекло 2л	HNO ₃ до pH<2	-		
B	Флуориметрия	ГОСТ Р 51210-96 ПНД Ф 14.1.2.4.36-95	полимерный материал, 0,1 л	не требуется	3 3		
Cd	Флуориметрия	МУК 4.1.060-96					
Co	Флуориметрия	МУК 4.1.061-96	полимерный материал, стекло 0,1л	HNO ₃ до pH<2	60		

Mo	Фотометрия	ГОСТ 18308-72	материал, стекло 0,2л	HNO ₃ до pH<2	3		
		П 160/97	полимерный материал, стекло 0,2л		3		
As	Фотометрия	ГОСТ 4152-89	полимерный материал, стекло 0,3л	HCl до pH<2	30		
	Флуориметрия	М 01-26-96	полимерный материал, стекло 0,2л	HNO ₃ до pH<2	1		
Ni	Флуориметрия	ПНД Ф 14.1:2:4 67-96	полимерный материал, стекло 0,3л	HNO ₃ до pH<2	90		
Hg	ААС	ГОСТ Р 51212-98	боросиликатное стекло темн. 0,5л	HNO ₃ +K ₂ Cr ₂ O ₇ до pH<1 или HNO ₃ +KMnO ₄ до pH<2 и роз. окр.	30	4°C	
				HNO ₃ до pH<2	2		
Pb	Фотометрия	ГОСТ 18293-72	полимерный материал, стекло 1л	HNO ₃ до pH<2	30	-	
	Люминесценция	ПНД Ф 14.1:2:4.41-95	полимерный материал 0,2л	HNO ₃ до pH<2	3		
Se	Флуориметрия	ГОСТ 19413-89	боросиликатное стекло 0,3л	HNO ₃ до pH<1	30	-	
Sb	ААС-ЭТА	ГОСТ Р 51309-99	полимерный материал 1л	HNO ₃ до pH<2	30		
Sr	ЗПФ	ГОСТ 23950-88	полимерный материал, стекло 0,1л	HNO ₃ (1:5) до pH<2	3	-	
F	Фотометрия,	ГОСТ 4386-89	полимерный материал 0,1л	не требуется	30	2-5°C	
	потенциом. с ИСЭ	РД 52.24.360-90	полимерный материал 0,05л	не требуется	-	-	
	Флуориметрия	МУК 4.1.067-96	полимерный материал 0,05л	не требуется	-	-	
Cr	Фотометрия	РД 52.24.446-95	полимерный материал, стекло 0,1л	HNO ₃ до pH<2	30	2-5°C	
	Хемилюминесценция	МУК 4.1.062-96	полимерный материал 0,1л	HCl до pH<2	3		
CN	Фотометрия	ИСО 6703-1-84	полимерный материал 0,5л	NaOH	2	2-5°C	
		П 57/98	полимерный материал, стекло 0,05л	NaOH		-	

Пестициды							
Линдан	ГХ	ГОСТ Р 51209-98	стекло 1л	не требуется	1		Хранение в темном месте
				не требуется	2	2-5°C	
				гексан	5	2-5°C	
ДДТ	ГХ	ГОСТ Р 51209-98	стекло 1л	не требуется	1		Хранение в темном месте
				не требуется	2	2-5°C	
				гексан	5	2-5°C	
2,4-Д	ГХ	РД 52.24.438-95	стекло 0,1л	не требуется	3	2-5°C	
Органолептические показатели							
Запах	Органолептика	ГОСТ 3351-74	стекло, 0,5 л	не требуется	6 час		Определение предпочтительно проводить на месте отбора
Привкус	Органолептика	ГОСТ 3351-74	стекло, 0,5 л	не требуется	2 час		Определение предпочтительно проводить на месте отбора
Цветность	Фотометрия	ГОСТ 3351-74	полимерный материал, стекло 0,5л	не требуется	1	2-5°C	
Fe, Mn, Cu, Zn	АЭС ИСП	ГОСТ Р 51309-99	полимерный материал 0,5л	HNO ₃ до pH<2	30		
NH ₄	Фотометрия	ГОСТ 4192-82	полимерный материал, стекло 0,5л	H ₂ SO ₄ до pH<2	2	2-5°C	
Fe	Фотометрия	ГОСТ 4011-72	полимерный материал или боросиликатное стекло 0,2л	HCl до pH<2	1	2-5°C	Определение предпочтительно проводить на месте отбора
	Флуориметрия	МУК 4.1.064-96	полимерный материал, стекло 0,1л	HNO ₃ до pH<2	3		
Mn	Фотометрия	ГОСТ 4974-72	полимерный материал, стекло 0,5л	HNO ₃ до pH<2	30		Определение предпочтительно проводить на месте отбора
		ПНД Ф 14.1.2.4.125-98	полимерный материал, 0,2л	не требуется	3		
				HNO ₃ до pH<2	30		
Cu	Фотометрия	ГОСТ 4388-72	полимерный материал, стекло 0,25л	HNO ₃ до pH<2	30		
	Флуориметрия	МУК 4.1.063-96	полимерный материал 0,1л	HNO ₃ до pH<2	90		
H ₂ S	Фотометрия	-	полимерный материал, стекло 0,1л	ацетат цинка 1М	3	2-5°C	

Zn	Фотометрия	ГОСТ 18293-72	полимерный материал, стекло 0,3л	HNO ₃ до pH<2	3		
	Флуориметрия	МУК 4 1.058-96	полимерный материал, стекло 0,25л	HNO ₃ до pH<2	3		
Мутность	Фотометрия	ГОСТ 3351-74	полимерный материал, стекло 0,5л	не требуется	1		Предпочтительно проводить определение на месте отбора
	Нефелометрия	ИСО 7027-90	полимерный материал, стекло 0,1л	не требуется	1	2-5°C	
Радиологические показатели							
альфа-активность	радиометрия	ИСО 9696-92	полимерный материал, стекло 1л	HNO ₃ до pH<1	30	2-5°C	
бета-активность		ИСО 9697-92	полимерный материал, стекло 1л	HNO ₃ до pH<1	30	2-5°C	

Сокращения, применяемые в таблице

ИКС	инфракрасная спектрометрия
ГХ	газохроматография
ЭПФ	эмиссионная пламенная фотометрия
ААС	атомно-абсорбционная спектрометрия
АЭС-ИСП	атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой
ААС-ЭТА	атомно-абсорбционная спектрометрия с электротермической атомизацией

Отпечатано в типографии ЗАО Фирма «Лица»
105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, д. 47; тел.: 465-1154
Подписано в печать 15.05.02. Бумага офсетная №1.
Тираж 500 экз. Заказ 10300.