

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬ-  
НОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
П.А.СТОЛЫПИНА»

Направление подготовки 05.04.06 – Экология и природопользование

**ПРОЕКТ**

**ПО ТЕМЕ: АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ  
ВОДЫ «КАРАЧИНСКАЯ»**

Выполнил: Эйхвальд К.А.  
Проверил: канд. с.-х. наук, доцент  
Трубина Н.К.

Омск 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. История начала использования минеральной воды.....	4
2. Классификация минеральных вод.....	6
3. Целебные свойства минеральной воды «Карачинская».....	9
4. Практическая часть.....	11
4.1 Органолептическая характеристика минеральной воды «Карачинская».....	11
4.2 Определение химических показателей воды.....	13
4.2.1. Перманганатная окисляемость.....	14
4.2.2. Общая минерализация и общее содержание растворимых и нерастворимых соединения.....	15
4.2.3. Определение общей жесткости.....	17
4.2.4. Гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ).....	18
4.2.5. Определение кальция и магния в воде.....	20
4.2.6. Определение хлоридов в воде.....	21
4.2.7. Определение сульфатов в воде.....	22
4.2.8. Определение нитратов .....	23
4.2.9. Определение аммонийного азота.....	24
4.2.10. Определение железа.....	25
4.2.11. Определение марганца.....	27
4.2.12. Определение pH.....	28
Заключение .....	30
Библиографический список .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Исключительно важна роль воды в глобальном кругообороте вещества и энергии, возникновении и поддержании жизни на Земле, в химическом строении живых организмов, в формировании климата и погоды. Вода является важнейшим веществом для всех живых существ на Земле.

Человек без еды может прожить до 20 суток, а без воды от 3 до 5 суток, потому что вода занимает в среднем 80% организма человека. Вода играет главную роль в жизни человека, и поэтому очень важно знать, какую воду он использует для питья. В последнее время мы всё реже пьем водопроводную воду и всё чаще используем купленную в магазине. Заходя в любой супермаркет, бросается в глаза большой ассортимент минеральной воды. Меня заинтересовал вопрос, существует ли какие-то требования к составу минеральной воды, нужно ли и в каком количестве пить минеральную воду?

*Цель занятия* – провести анализ органолептических, химических и микробиологических свойств минеральной воды «Карачинская», сравнить и установить соответствие заявленному на этикетке.

### **Задачи:**

1. Найти в различных источниках информации историю, классификацию и основные требования к составу минеральной воды, ее целебный эффект и правила ее питьевого приема.

2. Провести органолептическую оценку минеральной воды «Карачинская»

3. Определить опытным путем химический состав минеральной воды «Карачинская» и установить соответствие, которая указана на этикетке.

## 1. ИСТОРИЯ НАЧАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Водами целебных источников люди пользовались с незапамятных времен. Они применяли минеральную воду, как в лечебных, так и в профилактических целях. Она оказывала исцеляющее действие, как при наружном, так и при внутреннем применении. Первые сведения о лечебных свойствах минеральных вод можно найти в индийских Ведах, которые датируются XV в. до н.э. [12]. Минеральной и пресной водой пользовались для лечебных и гигиенических целей древние вавилоняне, египтяне, евреи, ассирийцы. Подземные воды всегда высоко ценились. В античные времена греки сооружали у целебных источников святилища, посвященные богу Асклепию. Гиппократ усовершенствовал технику лечения с помощью воды, которую позднее стали применять не только в Древней Греции. Она была перенесена в Рим и начала постепенно распространяться в других странах.

В далеком прошлом люди приписывали лечебную силу подземных вод каким-то подземным созданиям, которые обитают в источниках. Остатки древних сооружений у целебных водоемов встречаются на Кавказе, где не только купались, но и лечились минеральными водами. От поколения в поколение передавались здесь устные предания о чудодейственных свойствах вод, бьющих из под земли. О свойствах этих замечательных вод говорят и названия многих источников, напиток из которых носит одноименное название, например «Нарзан» («Нарт-сана») в переводе с балкарского означает «богатырский напиток». Одна из лучших лечебных минеральных вод Европы – Друскининкайская.

Известна роль Петра I в создании первого курорта минеральных вод в России. Он был построен по его приказу в Заонежье на Марциальных Водах. Сам царь неоднократно прибегал к лечению этими железистыми водами, приезжал в Друскининкай. По его распоряжению были составлены «Правила докторские, как при оных водах поступать». В середине IX века по традиции

было принято лечиться на Кавказских Минеральных водах сначала в Пятигорске «мертвой» водой на его серных источниках, затем в Железноводске «живой» водой. Курс завершал в Кисловодске, принимая нарзан (по сохранившимся свидетельствам) в огромных количествах – более 30 стаканов в сутки. Научные исследования действия минеральных вод на организм человека проводились в XIX в.

Подземный возраст минеральной воды «Карачинская» – более девяти тысяч лет. Однако о лечебных свойствах воды сибиряки узнали лишь в середине 20-го века, когда на территории здравницы «Озеро Карачи» в одноименном поселке был введен в эксплуатацию завод по розливу минеральной воды. На протяжении многих лет местная минеральная вода подтверждала свою высокую эффективность при лечении. В советское время Карачинский завод был крупнейшим поставщиком минеральной воды и одним из основных источников рабочих мест в Чановском районе Новосибирской области.

Сегодня завод «Карачинский Источник» – это современное предприятие по выпуску минеральной воды на территории Сибири. Предприятие оснащено современным оборудованием. Поставки минеральной воды «Карачинская» осуществляются практически во все регионы от Урала до Якутии и дальнего Востока. Есть определенные планы по освоению рынков ближнего зарубежья.

Минеральная лечебно-столовая вода «Карачинская» – это природная подземная минеральная вода из экологически чистого региона Западной Сибири – Чановского района, Новосибирской области. Она добывается с глубины примерно 1200 метров, разливается непосредственно у скважины, что позволяет максимально сохранить ее целебные свойства. Вода обладает хорошими вкусовыми качествами и высокими терапевтическими свойствами. В своем составе она содержит уникальный набор минеральных солей и микроэлементов, которые необходимы человеку.

Лечебными минеральными водами называются природные воды, которые содержат в повышенных концентрациях те или другие минеральные (ре-

же органические) компоненты и газы и (или) обладают какими-нибудь физическими свойствами (радиоактивность, реакция среды и др.), благодаря чему эти воды оказывают на организм человека лечебное действие в той или иной степени, которое отличается от действия «пресной» воды.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Классификация минеральных вод не отличается комплексностью, то есть в основу выделения отдельных групп возлагаются самые разнообразные критерии, но самые популярные классификации базируются на особенностях химического и газового состава минеральных вод, во внимание принимается количественные и качественные характеристики содержания ионов, микроэлементов, газов [12].

Самая обширная классификация минеральных вод представлена разделением на шесть так называемых бальнеологических групп:

- 1) *воды без специфических компонентов и свойств* – лечебный потенциал вод, попадающих в данную группу, обусловлен ионным составом и степенью минерализации, а газовый компонент представлен азотом и/или метаном в незначительном количестве;
- 2) *углекислые воды* – лечебный потенциал определяется ионным и минеральным составом, а также преобладающим количеством растворенного в водах данной группы углекислого газа, который доминирует в составе газов, представляя от 80 % до 100%;
- 3) *сероводородные или сульфидные воды* – лечебное действие минеральных вод данной категории определяется содержанием свободного сероводорода или гидросульфидных ионов, используются преимущественно для ванн;
- 4) *железистые и мышьяковистые воды* – отличаются высоким содержанием фармакологически активных компонентов Mn, Cu, Al, Fe, As, присутствием которых в составе (наряду с ионным, газо-

вым и минеральным составом) и определяется их лечебное действие, это преимущественно воды из зон окисления рудных месторождений или из некоторых терм вулканических областей;

- 5) *бромистые, йодистые, с высоким содержанием органических веществ* – соответствующий лечебный эффект определяется содержанием 25 мг/л брома и 5 мг/л при общей минерализации не более 12-13 г/л, более высокая минерализация обуславливает и увеличение концентрации брома и йода, для того чтобы вода считалась соответствующей; нормы высокого содержания органических веществ не разработаны;
- б) *кремнистые термы* – отличаются высокой концентрацией кремния, будь то кремниевая кислота или гидросиликат, но в количестве не менее 50 мг/л.

Другой подход классификации минеральных вод разделяет их на четыре вида:

*Хлоридные* – солёные и горько-солёные воды, содержащие в основном соли хлоридной группы, а совсем в незначительной степени гидрокарбонаты или сульфаты; катионный состав преимущественно представлен натрием, который в сочетании с хлором образует поваренную соль, что и обеспечивает солоноватость (хлоридно-натриевые, хлоридно-кальциевые, хлоридные натриево-кальциевые);

*Сульфатные* – отличаются невысоким содержанием солей (2,4-3,9 г/л), обычно это сернокислые соли; количество щелочи не превышает десятой части; в составе гидрокарбонаты представлены известью, а хлориды поваренной солью (сульфатно-натриевые, сульфатно-кальциевые, сульфатные натриево-кальциевые);

*Гидрокарбонатные* натриевые (щелочные) – в водах данного вида хлориды представлены поваренной солью в небольшом количестве (обычно 4-13 %, максимум 15-18 %), а сульфаты обычно отсутствуют.

Катионный состав характеризует разновидности гидрокарбонатных вод, это либо преобладание натрия, либо смешанный состав катионов (комбинированные или сложного состава воды, гидрокарбонатно-хлоридные, гидрокарбонатно-сульфатные натриевые, гидрокарбонатные сульфатные, хлоридно-сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридные сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, гидрокарбонатно-кальциево-магниевые воды).

По уровню минерализации, то есть по содержанию в воде растворенных органических веществ и неорганических солей, различают: пресные – до 1 г/л; слабоминерализованные – 1-2 г/л; малой минерализации – 2-5 г/л; средней минерализации – 5-15 г/л; высокой минерализации – 15-30 г/л; рассольные минеральные воды – 35-150 г/л;

В зависимости от назначения минеральных вод различают:

- столовые – уровень минерализации не превышает 1 г/л; способны нормализовать функцию пищеварительных органов; ценны чистотой и безвредностью для организма; можно использовать без консультации врача, пить без ограничений, сочетая природный вкус и пользу для здоровья;
- лечебно-столовые – уровень минерализации в рамках 1-10 г/л, отличаются приятными вкусовыми качествами, но и оказывают лечебное, а скорее профилактическое, воздействие на организм; могут потребляться на нерегулярной основе относительно здоровыми людьми;
- лечебные – уровень минерализации более 10 г/л, не подходят для утоления жажды, а только для лечения и принимаются по назначению врача в соответствующей дозировке при определенной методике потребления [9].



### 3. ЦЕЛЕБНЫЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «КАРАЧИНСКАЯ»

Особая ценность «Карачинской» в её неповторимом составе: кальций и фтор – для крепких зубов и костей; магний, натрий и калий – для сердца, нервной и мышечной систем, нормализации кровяного давления; хлориды и гидрокарбонаты очищают организм от токсинов, регулируют водный баланс, углеводный и белковый обмен, способствуют пищеварению.

Минеральная вода «Карачинская» давно стала составляющей санаторно-курортного лечения в здравницах Западно-Сибирского региона при заболеваниях органов пищеварения, сердечно-сосудистой системы, почек и органов дыхания.

«Карачинская» имеет низкую минерализацию, поэтому при ежедневном употреблении этой воды ваш солевой баланс будет в норме.

Употребление «Карачинской» во время той или иной диеты способствует поддержанию и восстановлению электролитного баланса в организме человека. Она рекомендована и людям, страдающим ожирением. При лечении этого недуга доза минеральной воды может быть увеличена до 250-300 мл. Её следует принимать за 40-60 мин. до еды три раза в сутки. Наиболее эффективная температура воды 35-40°C. Курс приёма минеральной воды 24-30 дней.

«Карачинская» добывается с глубины 1170 метров и разливается непосредственно у скважины, что позволяет максимально сохранить целебные свойства воды. Учёные-геологи определяют подземный возраст минеральной воды «Карачинская» в 9 000 лет. «Карачинская» одинаково полезна как у источника, в питьевой галерее санатория «Озера Карачи», так и в бутылке у нас дома. Производитель по максимуму сохранил все полезные свойства этой уникальной минеральной воды. Если вам требуется употреблять её в лечебных целях, просто выпустите газ и подогрейте до комнатной температуры.

Компания «Карачинский источник» – крупнейшая российская компания-производитель минеральной воды «Карачинская». По результатам маркетинговых исследований, компания «Карачинский источник» занимает лидирующую позицию на рынке газированной воды с 2011 года. «Карачинская» имеет множество наград: 66 дипломов и 52 медали престижных российских и международных выставок каждый год подтверждают высокое качество продукции компании «Карачинский источник» [13].

## **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

### **4.1 ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «КАРАЧИНСКАЯ»**

Определение органолептических показателей воды является важным этапом ее анализа на пригодность для питья и санитарных нужд. Органолептическими свойствами воды называются те ее параметры, которые воспринимаются органами чувств человека и оцениваются по интенсивности их восприятия. К ним относятся вкус и привкус, запах, окраска, мутность и др. Несоответствие этих параметров воды оптимальным, как правило, является основанием для более тщательного химического анализа.

Для проведения исследования я взяла самую популярную минеральную воду нашей местности – «Карачинская» емкостью 0,5 л.

Я оценила прозрачность, цвет, вкус, запах и насыщенность диоксидом углерода.

Прозрачность и цвет определяют визуально в проходящем дневном свете в чистом стакане. Перед анализом стакан ополаскивают исследуемой водой.

Цветность – описывает наличие определенного неестественного оттенка у воды и степень его интенсивности.

Прозрачность – способность воды пропускать свет. Шкала: прозрачная, слабоопалесцирующая, опалесцирующая, слегка мутная, мутная, сильно мутная.

Перед определением запаха воду в бутылках выдерживала в баке с водой при температуре 20-30 °С в течение часа. Затем немедленно наполнила стакан и проанализировала запах (см. данные таб. 1). Для определения вкуса минеральную воду в бутылке погружала в воду со льдом и выдержала один час при температуре  $12 \pm 1$  °С.

Запахи делятся на естественные (земли, гнили, плесени, затхлости, болота, торфа, навоза, травы, рыбы и др.) и искусственные (нефти, бензина, хлора, уксуса, лекарств, сероводорода и др.)

Шкала запаха воды: 0 баллов – никакого запаха, 1 балл – очень слабый, 2 балла – слабый, 3 балла – заметный (определяется легко, воду пить можно, но противно), 4 балла – отчетливый, 5 баллов – очень сильный (аромат буквально «режет нос»).

Вкус – соленый, горький, кислый и сладкий. Все прочее считается привкусами – солоноватый, кисловатый, металлический, известковый. Шкала у вкуса такая же как и запаха (см. выше).

Насыщенность диоксидом углерода определила визуально при открытии бутылок.

Таблица 1. Органолептическая характеристика минеральной воды «Карачинская»

Показатель	Минеральная вода «Карачинская»
Внешний вид	Прозрачная жидкость, без посторонних включений, без естественного осадка минеральных солей.
Цвет (прозрачность)	Бесцветная жидкость
Вкус	Слегка соленый с кислинкой. 1 балл
Запах	Без запаха. 0 баллов
Углекислый газ	Много. При первом открытии из бутылки выделяется большое количество пузырьков CO <sub>2</sub> .

**Вывод:** по органолептическим показателям минеральная вода «Карачинская» соответствует стандартам – это прозрачная, бесцветная жидкость, без посторонних включений, не имеющая естественного осадка минеральных солей. Без вкуса и запаха. При первом открытии бутылки выделяется большое количество пузырьков двуокиси углерода.

## 4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ

Химический состав воды является причиной заболеваний неинфекционной природы. Показатели, которые определяются в воде:

Общая минерализация и общее содержание растворимых и не растворимых соединений, pH, гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ), перманганатная окисляемость (O), хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) и нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ), аммонийный азот ( $\text{NH}_4^+$ ), общая жесткость (Ca+Mg), кальций ( $\text{Ca}^{2+}$ ), магний ( $\text{Mg}^{2+}$ ), железо (Fe) и марганец (Mn).

Данные, указанные на этикетке бутылки с минеральной водой «Карачинская».

Таблица 2. Характеристика минеральной воды «Карачинская»

Основные характеристики	Производитель	Медицинские показатели к употреблению	Химический состав (мг/дм <sup>3</sup> )	
Лечебно-столовая хлоридно-гидрокарбонатная натриевая минеральная природная питьевая вода	ООО «Карачинский источник»	Обладает общеоздоровительными свойствами. Болезни пищевода, хронический гастрит с нормальной, повышенной и с пониженной секреторной функцией желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Болезни кишечника, болезни печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, болезни поджелудочной железы, нарушение органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, постхолестэктомический синдром, болезни обмена веществ, бо-	$\text{HCO}_3^-$	800-1100
	ООО «Озеро Карачи»		$\text{SO}_4^{2-}$	150-250
	ООО «Компания озеро Карачи»		$\text{Cl}^-$	500-600
	ООО «Карачинская вода»		$\text{Ca}^{2+}$	<25
	Адрес изготовителя: 632224, ул. Лесная, 1 поселок Озеро Карачи, Чановский район Новосибирская область Россия		$\text{Mg}^{2+}$	<50
	ГОСТ Р 54316-		$\text{Na}^+$	500-800
			$\text{K}^+$	
			Содержит фториды.	
			Искусственно насыщен $\text{CO}_2$ ;	
			Минерализация- 2,0-3,0 г/дм <sup>3</sup> .	

	2020.	лезни мочевыводящих путей. Применять вне фазы обострения.	
--	-------	--	--

**Вывод:** минеральная вода «Карачинская» относится к лечебно-столовой хлоридно-гидрокарбонатной натриевой минеральной природной питьевой водой. «Карачинская» соответствует ГОСТ Р 54316- 2020. Как указано на этикетке – обладает общеоздоровительными свойствами. Медицинские показатели для применения указаны в таблице. Их можно применять вне фазы обострения.

#### 4.2.1 Перманганатная окисляемость

Перманганатная окисляемость – общая концентрация кислорода, соответствующая количеству иона перманганата ( $MnO_4$ ), потребляемому при обработке данным окислителем пробы воды. Характеризует содержание в воде окисляющихся органических и неорганических примесей. Значение перманганатной окисляемости выше  $2 \text{ мг}O_2/\text{л}$  свидетельствует о содержании в воде легко окисляющихся органических соединений, многие из которых отрицательно влияют на печень, почки, репродуктивную функцию организма. Характеризует интегральную загрязненность воды ГОСТ Р 54316-2020, ПДК перманганатной окисляемости для воды составляет  $5 \text{ мг } O/\text{л}$ .

Сущность метода заключается в окислении органических и неорганических веществ, присутствующих в пробе анализируемой воды заданным количеством перманганата калия в сернокислой среде в процессе нагревания, последующем добавлении оксалат-иона в виде раствора щавелевой кислоты, и титровании его избытка раствором перманганата калия.



Рис. 1. Проба воды «Карачинская» до и после титрования

Значение перманганатной окисляемости в пересчете на атомарный кислород определяется по количеству пошедшего на титрование перманганата калия.

Перманганатную окисляемость определяем по формуле:

$$O = \frac{a \cdot n \cdot 8 \cdot 1000}{V}; \quad (1)$$

исходя из полученных данных, формула приобретает вид:  $O = \frac{4,8 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100} = 3,84$  мг  $O_2$ /л.

**Вывод:** количество перманганатной окисляемости не превышает ПДК в исследуемой воде. По данному показателю вода безопасна для употребления.

#### 4.2.2 Общая минерализация и общее содержание растворимых и не растворимых соединений

Общая минерализация – показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества, сухой остаток).

Определяем общую минерализацию гравиметрическим методом (весовым).

Ход работы определения загрязнения воды нерастворимыми соединениями:

1) взвешиваем на аналитических весах подготовленный специальным образом фильтр;

2) берем 50 мл исследуемой воды и пропускаем через фильтр;

3) фильтр высушиваем и взвешиваем;

4) производим расчет.

$$m_{\text{до}} = 1,142 \text{ г.}$$

$$m_{\text{после}} = 1,151 \text{ г.}$$

$$m_{\text{НЗ}} = m_{\text{после}} - m_{\text{до}} \quad (2)$$

$$m_{\text{НЗ}} = 1,151 - 1,142 = 0,009 \text{ г/мл} \approx 0,09 \text{ г/л}$$

Ход работы определения общей минерализации и загрязнения воды растворимыми соединениями:

1) на аналитических весах взвешиваем специальным образом подготовленную фарфоровую чашку для выпаривания;

2) наливаем в чашку 50 мл анализируемой воды и ставим на водяную баню до полного выпаривания;

3) после чашку подсушиваем и ставим в эксикатор, затем взвешиваем;

4) производим расчет.



Рис. 2. Определение общего загрязнения минеральной воды «Карачинская»

$$m_{\text{до}} = 61,087 \text{ г.}$$

$$m_{\text{после}} = 61,182 \text{ г.}$$

$$m_{\text{ОЗ}} = m_{\text{после}} - m_{\text{до}} \quad (3)$$

$$m_{\text{ОЗ}} = 61,182 - 61,087 = 0,095 \text{ г/мл} \approx 1,9 \text{ г/л (общая минерализация)}$$



Растворимые соединения = Общее загрязнение – Нерастворимые соединения =  $1,9 - 0,09 = 1,81$  г/л.



Рис. 3. Определение общего загрязнения минеральной воды «Карачинская»

**Вывод:** исследуемая вода является слабоминерализованной, не превышает ПДК. Минеральная вода «Карачинская» относится к лечебно-столовым водам по общей минерализации.

#### 4.2.3 Определение общей жесткости

Жёсткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых солей жёсткости). Вода с большим содержанием таких солей называется жесткой, с малым содержанием – мягкой.

Соблюдение нормы жесткости питьевой воды очень важно для потребителей. Солями можно отравиться, они вызывают расстройство желудка, пожелтение кожи, иные неприятности. Высокая концентрация солей жесткости отрицательно сказывается на работе бытовых приборов - примеси образуют трудно-очищающуюся накипь, каменистые известковые отложения. Из-за них образуются шлаки в системе водоснабжения, быстро выходят из строя бытовые/промышленные приборы, сантехника, гидрооборудование.

Принцип метода. Выполнение измерений жесткости основано на способности ионов кальция и магния в среде аммонийно-аммиачного буферного

раствора (рН 9-10) образуют с трилоном Б малодиссоциированные комплексные соединения. При титровании вначале связывается кальций, образующий более прочный комплекс с трилоном Б, а затем магний. Конечная точка титрования определяется по изменению окраски индикатора эриохрома черного Т от вишнево-красной (окраска соединения магния с индикатором) до голубой (окраска свободного индикатора) [5].

Метод определения общей жесткости. ПДК – 7 мг-экв/л.



Рис. 4. Исследуемая вода после титрования

Общую жесткость воды определяем по формуле:

$$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} = \frac{a \cdot n \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 44}{10} \quad (4)$$

В результате проведенных исследований формула приобрела вид:

$$\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} = \frac{0,7 \cdot 0,002 \cdot 1 \cdot 44 \cdot 1000}{10} = 6,16 \text{ мг-экв/л}$$

**Вывод:** общая жесткость в исследуемой воде равна 6,16 мг-экв/л. По нормам ПДК вода безопасна для употребления.

#### 4.2.4 Гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ )

Гидрокарбонаты – общая щелочность воды. В противоположность большинству карбонатов все гидрокарбонаты в воде растворимы. Гидрокарбонат кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  обуславливает временную жесткость воды. В организме гидрокарбонаты выполняют важную физиологическую роль, являясь

буферными веществами, регулирующими постоянство реакции крови. Нормативы рекомендуют концентрацию гидрокарбонатов в минеральной воде в  $1000 \text{ мг/дм}^3$ .

Сущность метода. Метод основан на нейтрализации гидрокарбонат-ионов соляной кислотой в присутствии индикатора метилового оранжевого. Метод позволяет определять от 5 мг гидрокарбонат-ионов в пробе [1].

Ход работы: в колбу емкостью 150-200 мл наливаем 50 мл воды, прибавляем 0,1 мл индикатора метилового оранжевого и титруем соляной кислотой 0,1 Н до тех пор, пока жидкость не примет переходного розового цвета.



Рис 5. Определение гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ ) минеральной воды «Карачинская»

Считаем количество гидрокарбонатов в воде по формуле:

$$\text{HCO}_3^- = \frac{a \cdot n \cdot 1000 \cdot 61}{V} \quad (5)$$

следовательно

$$\text{HCO}_3^- = \frac{8,8 \cdot 0,1 \cdot 1000 \cdot 61}{10}$$

$$\text{HCO}_3^- = 1073,6 \text{ мг/л}$$

**Вывод:** исследуемая вода превышает ПДК, но не превышает значение написанное на этикетке и соответствует ГОСТу Р 54316-2020.

#### 4.2.5 Определение кальция и магния в воде

Метод основан на способности ионов кальция образовывать с трилоном Б малодиссоциированное, устойчивое в щелочной среде соединение. Конечная точка титрования определяется по изменению окраски индикатора (мурексида) из розовой в красно-фиолетовую [5].



Рис. 6. Исследуемая проба воды «Карачинская» до и после титрования  
Рассчитываем кальций по формуле:

$$\text{Ca}^{+2} = \frac{20,04 \cdot \text{Стр} \cdot V_{\text{тр}} \cdot 1000}{V} \quad (6)$$

В результате проведенных исследований получается:

$$\text{Ca}^{+2} = \frac{20,04 \cdot 0,002 \cdot 0,3 \cdot 1000}{10} = 1,2 \text{ мг/л}$$

Предельно допустимая концентрация кальция в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 180 мг/дм<sup>3</sup>, для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения ПДК не установлена.

Определяем количество магния расчетным методом:  $\text{Mg}^{+2} = 6,16 - 1,2 = 4,96$  мг/л.

#### 4.2.6 Определение хлоридов в воде

Хлориды – это соли соляной кислоты. Содержание хлоридов в природных водах обусловлено вымыванием солесодержащих пород или сбросом в водоемы промышленных и бытовых сточных вод. Наличие в воде хлоридов более 350 мг/л придает ей солоноватый привкус и влияет на водно-солевой обмен.

Перенасыщенная хлоридами вода способна вызвать поражение слизистых оболочек, глаз, кожи и дыхательных путей. После употребления такой воды нарушается водно-солевой баланс и работа пищеварительного тракта, появляются отёки и склонность к заболеваниям мочеполовой системы. Избыток солей приводит к изменениям в кровеносных сосудах, перегружает работу сердца и почек, повышает артериальное давление и может заметно усугубить течение сердечно-сосудистых заболеваний.

Вода с повышенным содержанием хлоридов вредна не только для человека. Такой раствор негативно влияет на здоровье домашних и сельскохозяйственных животных, на рост и развитие аграрных культур и растений.

ГОСТ 4245 – 72. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов. ПДК – 350 мг/л [6].

Сущность метода. Метод основан на осаждении хлор-иона в нейтральной или слабощелочной среде азотнокислым серебром в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора. После осаждения хлорида серебра в точке эквивалентности образуется хромовокислое серебро, при этом желтая окраска раствора переходит в оранжево-желтую.



Рис. 7. Проба воды «Карачинская» до и после титрования.

Содержание хлоридов в воду определяем по формуле:

$$Cl^- = a \cdot n \cdot 35,5 \cdot 1000 / 10 = 24,3 \cdot 0,02 \cdot 35,5 \cdot 1000 / 50 = 345,06 \text{ мг/л}$$

**Вывод:** содержание хлоридов в исследуемой воде находится в пределах ПДК, что говорит о пригодности её для употребления.

#### 4.2.7 Определение сульфатов в воде

Сульфаты – соли серной кислоты. Хотя сульфаты не токсичны для человека, превышение их содержания ухудшает органолептические свойства воды (появляется солоноватый привкус) и оказывает физиологическое воздействие на организм. Эти вещества обладают слабительным эффектом, что приводит к расстройству желудочно-кишечного тракта.

Кроме того, в значительной концентрации сульфаты могут вызывать раздражение слизистой оболочки глаз и кожи, особенно если она отличается повышенной чувствительностью, причинять вред волосам. Воду с повышенным содержанием сульфатов не рекомендуется использовать не только в питьевых, но и хозяйственно-бытовых целях.

ПДК – не более 500 мг/л [7].

Сущность метода. Метод основан на количественном осаждении сульфат-ионов и образовании слабо растворимого сульфата бария, с последующим растворением осадка в растворе Трилона Б в аммиачной среде и титровании избытка трилона Б, содержащим ионы магния с эриохромом черным в



качестве индикатора до перехода синей окраски в лиловую. Осаждение карбонатов предотвращается добавлением HCl до pH < 2.

Определения сульфатов:

$$SO_4 = \frac{83,5 * 0,1 * 96 * 1000}{50 * 48} = 334 \text{ мг/л}$$

В исследуемой воде содержание сульфатов составляет – 334 мг/л.

**Вывод:** в исследуемой воде содержание сульфатов находится в пределах ПДК, но превышает значение указанное на этикетке.

#### 4.2.8 Определение нитратов и нитритов

Нитраты – это соли азотной кислоты, наличие которых, как правило, вызвано поступлением в источник водоснабжения хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, а также стоков с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых азотосодержащими удобрениями.

ГОСТ Р 54316-2020 Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. ПДК нитратов 50 мг/л [3].





Рис. 8. Определение нитратов в исследуемой пробе

Сущность метода заключается, что при соединении  $\text{NO}_3$  с дисульфопеновой кислотой образуется сложное соединение тринитрофенол, которое при подщелачивании образует комплекс желтого цвета. По интенсивности желтой окраски следует судить о наличии нитратов в исследуемом объекте.

Содержание нитратов в воде определяем по формуле:

$$\text{NO}_3 = \frac{a*b}{V} \quad (7).$$

В результате полученных данных формула принимает вид:

$\text{NO}_3 = \frac{11*0,01*1000}{25} = 4,4$ . В результате содержание нитратов в исследуемой воде равно 4,4 мг/л.

**Вывод:** содержание нитратов в исследуемой воде не превышает ПДК.

#### 4.2.9 Определение аммонийного азота

Аммонийный азот в водах находится, главным образом, в растворенном состоянии в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул  $\text{NH}_4\text{OH}$ , количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной рН и температурой воды.

Повышение концентрации аммонийного азота обычно указывает на свежее загрязнение. Основными источниками поступления в водоёмы ионов аммония являются животноводческие фермы, хозяйственно бытовые сточные воды, сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности.

Метод основан на способности аммиака и ионов аммония взаимодействовать с реактивом Несслера с образованием окрашенного в желто-



коричневый цвет соединения с последующим фотометрическим определением и расчетом массовой концентрации определяемых компонентов в пробе исследуемой воды [3].



Рис 9. Шкала образцовых растворов для определения аммонийного азота на ФЭКе

Содержание аммонийного азота определяем по формуле:

$$NH_4 = \frac{a*b*1000}{V} \quad (8)$$

В результате исследований получаем следующую формулу:

$$NH_4 = \frac{0,125*0,005*1000}{10} = 0,0063$$

Содержание аммонийного азота равно 0,0063 мг/л.

**Вывод:** по данным исследований содержание аммонийного азота не превышает ПДК.

#### 4.2.10 Определение железа

Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Железо реагирует с содержащимися в природных водах минеральными и органиче-

скими веществами, образуя сложный комплекс соединений, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие применения на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии «черных» (изготовленных из чугуна или стали) водопроводных труб.

Методы измерения массовой концентрации общего железа. ПДК железа в воде 0,3 мг/л. [4].

Сущность метода. Метод основан на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски, пропорциональную массовой концентрации железа, измеряют при длине волны 400-430 нм.



Рис. 10. Исследуемая проба на определение железа  
Содержание железа определяем фотоколлометрическим методом.

$$Fe = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{50} \quad (9)$$

$$Fe = 2,5 \cdot 0,01 \cdot 1000 / 50 = 0,5 \text{ мг/л}$$

**Вывод:** содержание железа в исследуемой воде равно 0,07 мг/л. Полученный результат не превышает ПДК, следовательно, вода пригодна к употреблению.

#### 4.2.11 Определение марганца

Марганец – весьма распространенный элемент, занимающий четырнадцатое место по распространенности на планете. Он есть буквально везде: в земле, в воде, в растениях и животных. Свойства марганца таковы, что его можно использовать в самых разнообразных сферах жизни.

В организме человека марганца совсем немного, микроскопическое количество, но значение его сложно переоценить. К примеру, без марганца мы бы не могли усваивать витамин В1, который отвечает за работу нервной и пищеварительной систем организма. Даже нормальная работа сердца зависит от В1, а значит, и от марганца. При недостаточном его количестве увеличивается риск развития диабета. Также этот микроэлемент помогает нормальному развитию костной системы.

Количество марганца в воде – величина непостоянная, она изменяется в зависимости от сезона. Зимой и летом содержание тяжелых металлов в водоемах больше – из-за застоя воды. А вот весной и осенью дело обстоит с точностью до наоборот. Есть и другие факторы, от которых зависит уровень марганца в питьевой воде. Например: температура; количество кислорода; рН (водородный показатель); насколько активно водные организмы поглощают или, наоборот, выделяют марганец; связаны ли водохранилища с местными озерами или реками; объем марганца, попавшего в стоки и т. п.

Согласно ГОСТ Р 54316-2020 содержание марганца в минеральной воде равно 0,4 мг/л.



Рис 11. Определение марганца

Сущность метода заключается в каталитическом окислении персульфатом натрия до перманганат-ионов с последующим измерением оптической плотности раствора и расчетом массовой концентрации марганца в воде.

Содержание марганца определяем фотоколлометрическим методом.

$$Mn = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{100} \quad (10)$$

$$Mn = 2,8 \cdot 0,01 \cdot 1000 / 100 = 0,28 \text{ мг/л}$$

**Вывод:** содержание марганца в исследуемой воде равно 0,28 мг/л. Полученный результат не превышает ПДК, следовательно, вода пригодна к употреблению.

#### 4.2.12 Определение pH

Водородный показатель или pH представляет собой логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком, т.е.  $pH = -\log[H^+]$ . Величина pH определяется количественным соотношением в воде ионов  $H^+$  и  $OH^-$ , образующихся при диссоциации воды. Если ионы  $OH^-$  в воде преобладают,

что соответствует значению  $pH > 7$ , то вода будет иметь щелочную реакцию, а при повышенном содержании ионов  $H^+$ , что соответствует значению  $pH < 7$ , вода имеет кислую реакцию. Прибор показал значение равное 6,1.

**Вывод:** среда минеральной воды «Карачинская» близкая к нейтральной.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минеральную воду человек использует уже очень давно. Она применяется для разных целей от лечебных до профилактических в зависимости от состава и назначения.

Минеральная вода «Карачинская» обладает общеоздоровительными свойствами и применяется для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний, болезни обмена веществ, болезни мочевыделительной системы.

В результате проведенных исследований были получены данные, которые представлены в табл.3.

Таблица 3. Сравнение определяемых показателей в исследуемой воде с показателями ПДК

Показатель	Химический состав, представленный на этикетке, мг/л	Результаты исследуемых растворов, мг/л	ПДК, мг/л
Общая минерализация	2-3	1,9	1000
Гидрокарбонаты	800-1000	1073,6	30-400
Перманганатная окисляемость		3,84	5
Хлориды	500-600	345,06	350
<b>Сульфаты</b>	<b>150-200</b>	<b>334</b>	<b>500</b>
Нитратный азот		4,4	50
Аммонийный азот		0,0063	0,5
Железо		0,5	0,3
Марганец		0,28	0,4
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>+2</sup>		6,16	7
Ca <sup>2+</sup>	<25	1,2	-
Mg <sup>+2</sup>	<50	4,96	
pH		8,5	7,0-7,5

По данным табл.3, можно сделать вывод, что данная вода, является пригодной для потребления и соответствует требованиям ГОСТ Р 54316-2020. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия.

Химический состав минеральной воды «Карачинская» мы проверили соответствуют ли данные указанные на этикетке. Отличались от данных на этикетке только хлориды, их показатель получился меньше, чем был заявлен на этикетке и сульфаты, их количество наоборот превысило показатель. Все остальные показатели соответствуют указанному на бутылке.

Все показатели лежат в пределах норм ПДК. Так же полученные данные были сравнены с цифрами на этикетке. Незначительное превышение наблюдалось по гидрокарбонатам и на 134 мг/л превысило значение сульфатов в воде, но ПДК не превышает.

По химическому составу минеральная вода «Карачинская» является лечебно-столовой хлоридно-гидрокарбонатной натриевой минеральной природной питьевой водой.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ – 31957-2012 Вода. Методы определения щелочности.
2. ГОСТ 18164 – 72 Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка.
3. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ.
4. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.
5. ГОСТ 4151-72 Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.
6. ГОСТ 4245 – 72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.
7. ГОСТ 4389 – 72 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.
8. ГОСТ Р – 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости.
9. ГОСТ Р 54316-2020 Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия
10. ГОСТ Р 57164-2016 Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности.
11. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
12. Зуев Е.Т. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности / Е.Т. Зуев, Г.С. Фомин. М.: Протектор, 2003 год. – 310 с.
13. [Электронный ресурс] Официальный сайт «Карачинский источник» – URL <http://karachinskaya.ru/> (дата обращения 20.04.2021.)