

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ХИМИИ  
Кафедра географии и методики обучения географии

Пинчук Татьяна Владимировна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

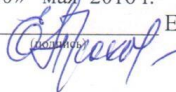
**МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ КАК ОБЪЕКТ  
ИЗУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ**

Направление подготовки 44.03.01, Педагогическое образование

Профиль «География»

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

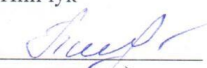
И.о. зав. кафедрой географии и методики  
обучения географии, к.п.н., доцент  
«30» мая 2016 г.

 Е.Н. Прохорчук

Руководитель  
к.г.н., доцент Н.А. Лигаева

Дата защиты 21.06.2016

Обучающийся Т.В. Пинчук

21.06.2016   
(дата, подпись)

Оценка хорошо  
(прописью)

Красноярск  
2016

## **Оглавление**

Введение.....	3
---------------	---

ГЛАВА 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД.....	5
1.1 Понятие и классификация минеральных вод.....	5
1.2 Условия залегания минеральных вод.....	18
1.3 Провинции минеральных вод.....	27
ГЛАВА 2. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	34
2.1 Распространения и использование минеральных вод Красноярского края.....	34
2.2 Минеральные озера и грязи Красноярского края .....	51
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЭКСКУРСИИ: ОЗЕРО УЧУМ КАК «ЖЕМЧУЖИНА» КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	64
Заключение.....	80
Библиографический список .....	83

## **Введение**

Актуальность: В последние десятилетия во многих странах мира все более возрастает интерес к проблемам правильного, рационального

использования водных ресурсов. Непрерывный рост потребности в воде для бытовых нужд, промышленных и сельскохозяйственных объектов, интенсивное загрязнение поверхностных и подземных вод, влияние отбора подземных вод на окружающую среду выдвигают важнейшую проблему охраны природных ресурсов вообще и водных ресурсов в частности. Большое значение в сохранении правильного водного баланса составляют минеральные воды. Особый интерес представляют минеральные воды Сибири, поскольку мало освоены и требуют дальнейшего изучения.

Цель: Выявить место изучения минеральных вод Красноярского края в школьном курсе географии

Объект исследования: Минеральные воды Красноярского края.

Предмет исследования: Место минеральных вод Красноярского края в школьном курсе географии

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Дать общую характеристику минеральных вод.
2. Изучить особенности распространения минеральных вод на территории Красноярского края.
3. Разработать экскурсию «Озеро Учум как «жемчужина» Красноярского края» для программы общеобразовательной школы.

Для написания дипломной работы были использованы следующие методы:

1. Сравнительно-географический
2. Картографический
3. Литературный

Практическая значимость работы: Материал данной работы может использоваться в школьном курсе географии в 8 классе при изучении

темы «Подземные воды», а так же во внеклассной работе при проведении экскурсии озеро Учум как «жемчужина» Красноярского края.

## **ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД.**

### **1.1 Понятие и классификация минеральных вод.**

К минеральным водам относятся подземные (иногда поверхностные) воды, характеризующиеся повышенным содержанием биологически активных компонентов и обладающие специфическими физико-химическими свойствами (химический состав, температура, радиоактивность и т.д.), благодаря которым они оказывают на организм человека лечебное действие.

Минеральные воды в широком понимании слова – это подземные и поверхностные природные воды с общей минерализацией свыше 1 г/л, которые используются в лечебных и промышленных целях. Лечебными называются такие воды, которые вследствие своих физических и химических особенностей оказывают благотворное целебное воздействие на человеческий организм: например, углекислые, сероводородные и др. К промышленно-ценным относятся воды, из которых могут быть извлечены компоненты, полезные в народном хозяйстве (поваренная соль, бром, йод, бор и др.) [10].

Для отнесения природных вод к минеральным разработаны специальные критерии. При отборе критериев оценки минеральных вод из значительного количества данных, характеризующих их химические и физические свойства, были отобраны важнейшие, определяющие физиологическое, а следовательно лечебное, действие вод, а также важные в отношении выявления их генетических типов.

К числу таких признаков были отнесены следующие:

- а) общее содержание растворенных в воде веществ – общая минерализация вод;
- б) ионный состав минеральных вод;
- в) газовый состав и газонасыщенность вод (растворенные и спонтанные);

г) содержание в водах фармакологических (терапевтических) активных микроэлементов (минеральных и органических);

д) радиоактивность вод;

е) активная реакция вод, характеризуемая величиной рН;

ж) температура вод.

Наряду с обычными пресными водами, которые повсеместно используются как питьевые, хозяйственные, технические, в природе существуют такие разнообразные по своим свойствам природные воды, которые не всегда могут или совсем не могут быть использованы для указанных целей. Среди этих вод холодные и горячие воды лечебного, промышленного и теплоэнергетического значения. Такие воды называют минеральными, а все другие воды на Земле – неминеральными[10].

Минеральные воды не стоит путать с минерализованными. В широком смысле слова все воды в природе в той или иной мере минерализованы, начиная от снеговых и заканчивая рассолами. В узком смысле слова к минеральным относят воды с общей концентрацией солей свыше 1-2 г/л[11].

Исходя из принципа единства вод Земли, согласно В.М.Севергину и В.И.Вернадскому 1981 г, к минеральным следует отнести:

- минеральные озера с их лечебными и торфяными глинами;
- минеральные подземные воды с их отложениями – охры, туфы, некоторые рудничные воды;
- воды и глины грязевых вулканов.

Минеральные озера и глины, подземные минеральные воды с их отложениями составляют гидроминеральные ресурсы нашей планеты. На базе разведанных месторождений минеральных вод построены курорты, санатории, здравницы, заводы по разливу минеральной воды, извлечению из нее полезных компонентов, добыче солей и т. д [10].

Лечебные свойства природных вод нередко бывают обусловлены присутствием в них в небольшом количестве таких компонентов, которые оказывают на организм человека терапевтическое активное «специфическое» влияние и способствует исцелению от недугов. Эти вещества получили название физиологически активных или специфических (I, Vg и др.). В некоторых случаях лечебное воздействие на организм человека оказывают заключенные в воде органические вещества (вода «Нафтуся») [10].

На разных этапах геологического изучения минеральных вод высказывалось мнение об их необычной природе и глубинном происхождении. По мнению постепенно рассеялось. Действительно, некоторые минеральные воды, особенно термальные, формируются на больших глубинах. Но часто встречаются не менее ценные минеральные источники, связанные с верхними водоносными горизонтами до грунтовых вод включительно – некоторые сероводородные, железистые, радоновые воды. Существует, наконец, и большая группа минеральных озер[10].



*Рис. 1 Типы минеральных вод России [14].*



Большинство выдвинутых в разное время классификаций основано на особенностях химического или газового состава вод, причем за основу выделения классов обычно принимали либо преобладающие ионы, либо микроэлементы, либо газы и т.д. Основной недостаток этих классификаций – отсутствие принципа комплексности в оценке минеральных вод[11]. В.В.Иванов и Г.А.Невраев (1964г), в целях более комплексной оценки различных минеральных лечебных вод, разработали классификацию, основанную на основных критериях их оценки и данных о закономерностях формирования минеральных вод (рис.1). Согласно классификации Иванова и Невраева, все природные (подземные) воды разделяются по составу, свойствам и лечебному значению на шесть основных бальнеологических групп.

Группа А. Воды без «специфических» компонентов и свойств. Их лечебное значение определяется только ионным составом и величиной минерализации при наличии в их газовой составляющей в основном азота и метана, которые содержатся в водах в растворенном состоянии при атмосферном давлении лишь в незначительных количествах[10].

Группа Б. Воды углекислые. Их лечебное значение определяется, прежде всего, наличием больших количеств растворенного углекислого газа, который в общем газовом составе этих вод занимает доминирующее положение (80-100%), а также ионным составом и величиной минерализации.

Группа В. Воды сероводородные (сульфидные). Эти воды выделены по наличию в их составе свободного сероводорода и гидросульфидного иона, которые и определяют лечебное действие минеральных вод, используемых преимущественно для ванн. Содержание общего сероводорода этих вод не должно быть ниже 10 мг/л.

Группа Г. Воды железистые ( $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}$ ), мышьяковистые (As) и с высоким содержанием Mn, Cu, Al и др. Их лечебное действие определяется, помимо ионного и газового состава и минерализации, присутствием одного или нескольких из перечисленных фармакологически активных компонентов. Для содержания в этих водах Mn, Cu, Al нормы не установлены. В повышенных концентрациях эти элементы содержатся обычно только в высоко железистых сульфатных водах зоны окисления рудных месторождений, а также в сильно сульфатных и хлоридносульфатных (фумарольных) термах вулканических областей[11].

Группа Д. Воды бромистые (Br), йодистые (I) и высоким содержанием органических веществ. Для отнесения вод к бромистым и йодистым (или йодо-бромистым) принято содержание брома 25 мг/л и йода 5 мг/л при минерализации не более 12-13 г/л. При более высокой минерализации нормы соответственно увеличиваются[10].

Достаточно обоснованных норм для оценки высокого содержания органического вещества в лечебных минеральных водах пока не разработано. Известны два типа минеральных вод с высоким содержанием органического вещества – Нафтуся (Западная Украина) и Брамштедтские (ФРГ).

Группа Е. Воды радоновые (радиоактивные). К этой группе относятся все минеральные воды, содержащие более 50 эман/л (14 ед. Махе) радона.

Группа Ж. Кремнистые термы. В эту группу вод включены широко распространенные в природе кремнистые термальные воды. В качестве условной нормы содержание в них  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  принято 50 мг/л, при температуре более 35°C[11]. Далее, группы вод по газовому составу делятся на три подгруппы: а) азотные, в которых газ имеет в основном атмосферное происхождение; б) метановые (включая азотно-метановые и

углекисло-метановые), в которых газ в основном биохимического происхождения; в) углекислые, в которых газ эндогенного происхождения. К последней группе отнесены и вулканические газы, где почти всегда резко преобладает углекислый газ.

В минеральных водах группы А могут присутствовать азотные и метановые газы; в группах В и Ж – азотные, метановые и углекислые; в группах Г и Е – азотные и углекислые; в группе Д – азотные и метановые; все воды группы Б только углекислые[11]. Одновременно все минеральные воды разделены по составу и минерализации на 9 классов. При этом учитывались все ионы, содержащиеся в количествах не менее 20% экв/литр. Как видно, первый класс объединяет в себе все воды с общей минерализацией до 2 г/л, независимо от их состава, так как при такой невысокой минерализации лечебное действие минеральной воды определяется не ионным составом, а наличием каких-либо фармакологически активных микрокомпонентов или специфических свойств. Во всех остальных классах число подклассов колеблется от 3 до 7[11].

В выделено несколько градаций минерализации: до 2, 2-5, 5-15, 15-35, 35-150 и выше 150 г/л. Такое подразделение, удобное в бальнеологическом и генетическом отношении показывает обычную наиболее часто встречающуюся в природе минерализацию типов минеральных вод.

По температуре минеральные воды разделены на три группы: всегда холодные, формирующиеся, как правило, на небольших глубинах; холодные, теплые или горячие в зависимости от глубины циркуляции; всегда горячие, генезис и особенности состава которых тесно связаны с их территориальностью. К последним относятся все термы, входящие в группы В и Г. По величине рН воды разделены на 6 групп. Величина

pН имеет особо важное значение для лечебной оценки сероводородных (сульфидных) вод, поскольку ею определяется соотношение в водах свободного  $H_2S$  и  $HS^-$ , а также кремнекислых терм, количество и форма нахождения в которых  $H_2SiO_3$  зависит от щелочности или кислотности вод. Такое деление минеральных вод по величине pН – по кислотно-основным свойствам – уточнено и более хорошо обосновано в физико-химическом отношении А.Н.Павловым и В.Н.Шемякиным[11].

Эти классификации лечебных, промышленных и теплоэнергетических вод имеют частный характер и специальное назначение. Известны многочисленные попытки составить общие, естественноисторические, генетические и другие классификации природных вод по составу и минерализации. Классификация минеральных вод Иванова и Невраева по минерализации предназначена для лечебных вод и не пригодна для промышленных и теплоэнергетических.

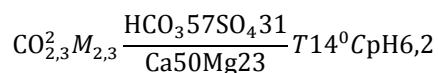
Формирование состава минеральных вод протекает в различной геологической обстановке, в условиях растворения и осаждения солей, обменно-адсорбционных явлений, процессов диффузии и др. Большое влияние на изменение состава вод оказывают и биохимические процессы, протекающие при деятельном участии микробов.

При выходе на земную поверхность минеральная вода вследствие изменения термодинамических условий (температуры, давления) претерпевает глубокие изменения[10]. Значительная часть газов, находящихся в минеральной воде начинает выделяться в атмосферу путем диффузии; в результате нарушается сульфидно-карбонатное равновесие, изменяется окислительно-восстановительный потенциал, pН, выпадают карбонаты. При соприкосновении минеральных вод с воздухом

некоторые ионы ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.) и их соединения окисляются и в результате появляются новые ионы и соединения.

Состав минеральной воды указывают по формуле, предложенной учеными М.Г.Курловым и Э.Э.Карстенсом (1900 г.). В начале формулы дается содержание газа ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.) и активных элементов (Br, I, Fe, As и др.) в граммах на 1 литр. Радиоактивность выражается в единицах *Махе* или в *расп/сек $\text{м}^3$*  (1 ед. *Махе* =  $1,3 \cdot 10^4 \text{ расп/сек}\text{м}^3$ ). Степень минерализации обозначается знаком *M* (сумма анионов, катионов и недиссоциированных молекул) и выражается в граммах. Отношение преобладающих анионов и катионов изображается в виде условной дроби, в числителе которой – преобладающие анионы, в знаменателе – катионы. В конце формулы указывается температура (*T*) воды минерального источника при выходе в градусах  $^{\circ}\text{C}$ , а также водородный показатель (рН).

Пример характеристики кисловодского Нарзана:



Расшифровывается эта формула следующим образом: углекислая гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая вода с минерализацией 2,3 г/л с температурой 14 градусов  $^{\circ}\text{C}$  и рН = 6,2.

#### Газовый состав.

В характеристике подземных минеральных вод важное значение имеет равновесие: подземные воды  $\leftrightarrow$  природные газы. Обычно газ растворен в воде, но при избытке часть его может находиться в свободном (спонтанном) состоянии, т.е. в виде мельчайших пузырьков. Природные газы представляют собой, как правило, газовые смеси, в которых можно различать главные и второстепенные компоненты. Тем не менее, наблюдаемое разнообразие природных газов по составу можно

свести к трем группам: углекислые, азотные, углеводородные. Остальные газы представляют примеси. Главным компонентом углеводородных газов является метан[11].

Растворимость газов зависит от их состава, температуры, давления, минерализации и солевого состава воды. С повышением температуры при постоянном давлении растворимость газов в воде и водных растворах уменьшается. При низких температурах этот процесс происходит сильнее, чем при высоких. Растворимость газов уменьшается с увеличением концентрации растворенной в воде соли.

Вследствие падения давления при подъеме насыщенных газов подземных минеральных вод к дневной поверхности избыток газа выделяется из воды и образуются газифицирующие источники. Если в воде присутствуют соли, растворимость которых определяется концентрацией газа в воде, то при выделении газа равновесие нарушается, и часть солей выпадает в осадок. Обычно выпадают карбонатные соли. Соли могут отлагаться и до выхода воды на поверхность. Вследствие этого эксплуатационные буровые трубы заполняются отложениями солей и преждевременно выходят из строя[10].

В генетическом отношении различают газы магматического, метаморфического, химического, биохимического, радиационно-химического, радиогенного и ядерного происхождения. В земной коре в газообразном виде встречаются углекислота, кислород, азот, углеводороды, водород, гелий и другие благородные газы, окислы азота, аммиак, сероводород, окислы серы и другие соединения. Одной из важных составных частей лечебных минеральных вод, обуславливающих их отличие от обычных пресных вод действие, является углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Наличие в воде определенных количеств этого газа придает ей специфические черты. Углекислые газовые воды представляют особую

лечебную ценность, как при внутреннем, так и при наружном применении. Даже обычная пресная вода, насыщенная углекислотой, становится эффективным лечебным средством. Углекислота играет особо важную роль в гидрохимических процессах.

Накопление больших количеств углекислоты в земной коре обеспечивается метаморфическими, особенно магматическими процессами и в меньшей степени – биохимическими реакциями. В этой связи различают углекислоту неорганического и органического происхождения. Углекислые газовые воды распространены в областях современного и недавно потухшего вулканизма, а также в областях с мощным развитием битумозных пород. Углекислые воды отличаются разнообразным ионным составом, что указывает на возможность обогащения эндогенной углекислотой подземных вод различного исходного химического состава и минерализации[11].

Следующим газом, имеющим важное бальнеологическое значение, является сероводород. По наличию в составе вод  $H_2S$  (сероводорода) и  $HS^-$  (сульфидов) выделена группа сероводородных (сульфидных) вод. В природных водах  $H_2S$  может присутствовать в виде растворенного газа и диссоциированной сероводородной кислоты. Соотношение форм  $H_2S$  в воде устанавливается по величине рН. В кислотной среде присутствует преимущественно  $H_2S$ , щелочной  $HS^-$  и только в сильно щелочной среде становится возможным появление иона  $S^{2-}$ . Сероводород в воздухе крайне неустойчив, окисляется с образованием воды и  $SO_2$ [11].

В зависимости от степени диссоциации  $H_2S$  различают две разновидности вод: собственно сероводородные и гидросульфидные или гидросернистые, содержащие преимущественно ионы  $HS^-$ . Существует и промежуточная разновидность гидросульфидно-сероводородных вод. С

названными разновидностями парагенетически связаны свои особые химические типы минеральных вод.

Появление сероводорода в природных водах обусловлено причинами органического и неорганического характера. Сероводород является одним из продуктов распада белкового вещества, содержащего серу, поэтому сосредоточен он часто в природных слоях водоемов – месте гниения органических остатков. Кроме того, сероводород образуется путем восстановления сульфатов в анаэробных условиях. Большие количества  $H_2S$  выделяются вулканическими газами[10].

Концентрация  $H_2S$  зависит от наличия органического вещества, содержания сульфатов и других причин. Из-за очень высокой растворимости  $H_2S$ , воды, насыщенные этим газом в земной коре, по-видимому, не встречаются.

Газ – азот ( $N_2$ ), будучи по природе инертным, все же участвует в гидрогеохимических процессах, косвенно являясь первопричиной появления в воде ионов  $NH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ . Растворенный в минеральных водах азот преимущественно воздушного происхождения. Наряду с этим в природе широко распространен азот биогенного происхождения. Какие-то количества азота, по-видимому, выделяется из мантии[10].

Газ метан относится к числу распространенных в подземных водах. В газовой фазе подземных вод почти всегда количественно преобладает либо азот, либо двуокись углерода, либо метан, или два из этих газов в различных сочетаниях. Основными источниками образования метана и других углеводородных газов в природе служат дисперсные органические вещества в осадочных породах, а для метана – еще и угольные пласты. Главной частью углеводородных газов является метан, на долю которого нередко приходится более 90%. Метан может быть и вулканического происхождения. Накоплению в водах растворенных углеводородов



способствует наличие пород, обогащенных органическими веществами, и повышенная температура, усиливающая процессы образования и выделения углеводородных газов. Содержание растворенных углеводов в водах увеличивается с ростом глубин залегания.

Прослеживая в региональном плане взаимосвязь химического и газового состава минеральных вод, можно выделить территории, в пределах которых распространены определенные типы минеральных вод с характерным химическим и газовым составом[11].

#### Температурный режим.

Температура минеральных вод может изменяться в очень широком диапазоне: от 0<sup>0</sup>С и даже ниже (в области многолетней мерзлоты) до 200-300 <sup>0</sup>С (в областях современного вулканизма). Согласно современным представлениям о механизме действия лечебных минеральных вод, температура воды не может быть признаком, отличающим действие того или иного источника от действия обычной пресной воды. Температура воды источника, без наличия других показателей, не может служить основанием для отнесения минеральной воды к лечебным.

Тем не менее, при оценке минеральной воды температура должна приниматься во внимание, поскольку она является одним из ведущих факторов формирования химического состава подземных вод. Горячая вода обычно отличается по химическому составу от холодной. За критерий, отделяющий теплые воды от холодных, принята температура 20<sup>0</sup>С. Существенное значение имеет температура минеральных вод при организации их лечебного использования. Воды с температурой 35-42<sup>0</sup>С наиболее ценны в бальнеологическом отношении, так как их применение не связано со специальными устройствами для нагрева или охлаждения, которые снижают природные свойства (содержание газов, радиоактивность, рН).

Воды с температурой 20-30 °С нуждаются только в небольшом подогреве, который не вызовет заметных изменений в качестве лечебной воды, что имеет особое значение для слабо радоновых и слабо сульфидных вод. Воды с температурой выше 42 °С требуют специальных, иногда довольно сложных устройств для охлаждения с минимальными потерями лечебных свойств. Такие устройства должны предотвратить утечку газов и радона из минеральной воды[11].

С повышением температуры изменяется растворяющая способность воды. Наиболее распространенные в природных водах соли, обуславливающие минерализацию, по-разному реагируют на температурный фактор: растворимость одних солей сильно увеличивается с ростом температуры, других, наоборот, падает; некоторые соли слабо реагируют на изменение температуры. С ростом температуры увеличивается диссоциация воды. В результате повышения температуры и одновременно давления изменяется не только химический состав воды, но и ее реакционная способность.

Температура является решающим фактором в формировании геохимических особенностей гидротерм, поскольку от нее зависят физико-химические свойства воды. Она влияет не только на характер, интенсивность и направление взаимодействия вод и пород, но под воздействием температур происходит выпаривание подземных вод и увеличение их минерализации.

Величина температуры определяет фазовые переходы, свойства и структуру воды, течение биохимических реакций и скорость химических реакций. Для биохимических процессов характерным порогом является 50°С – начало свертывания белков и замирания органической жизни, хотя жизнедеятельность некоторых видов бактерий возможна и при больших температурах[11].

Изменение температуры сказывается на вязкости воды. Единица вязкости – сантипуаз – определена при температуре 20<sup>0</sup>С. При охлаждении воды до 0<sup>0</sup>С вязкость воды достигает 1,789 сантипуаза, а при нагревании до 100<sup>0</sup>С уменьшается до 0,284 сантипуаза. С температурными условиями тесно связаны степень подвижности воды и проницаемость пород. В результате повышения температуры с глубиной освобождается физически связанная вода и увеличивается пористость горных пород и их фильтрационная способность.

Таким образом, в процессе передвижения подземных вод из верхних, холодных, горизонтов в нижние, нагретые, температура выступает в роли косвенного фактора преобразования химического состава вод. По мере опускания подземных вод под воздействием температурного градиента некоторые соли, выпадая в осадок, постепенно уходят из раствора и заменяются такими солями, для которых высокотемпературная обстановка более благоприятна. В связи с этим изменяется химический тип воды. Хотя некоторые типы вод (например, хлоридные натриевые) могут существовать в очень широком диапазоне температур, тем не менее, для каждой температурной зоны характерен свой особый химический состав[11].

## **1.2 Условия залегания минеральных вод**

Распространение минеральных вод определяется сложным сочетанием геологоструктурных, гидрогеологических, геохимических и геотермических условий их формирования. Основными из них являются: литология и коллекторские свойства горных пород;

- фациальные условия и особенности геологической истории бассейнов, в которых происходило накопление осадочных

отложений, а также палео- и современные гидрогеологические условия, определяющие степень промытости осадочных пород;

- наличие молодых магматических процессов и особенно – современного вулканизма, вызывающих интенсивный термометаморфизм горных пород;
- интенсивность и характер неотектонических движений и, в частности, существование молодых открытых тектонических разрывов;
- геотермический режим, изменяющийся в различных геологических структурах и географических зонах в весьма широких пределах от нормального до резко аномального – «вулканогенного» (в сфере влияния молодых магматических очагов) и «криогенного» (в областях многолетней мерзлоты);
- наличие на некоторой глубине в осадочных отложениях биохимических, микробиологических процессов[10].

Известный французский специалист по рудным месторождениям и минеральным водам Л. де Лонэ (1899г.) высказал следующее положение, отражающее господствующее в то время представление: «...термальные источники, как и вулканы, с которыми они связаны общностью происхождения, приурочены к наиболее молодым дислокациям земной коры (к складчатым районам и глубоким разломам) и локализованы в достаточно ограниченных зонах земной коры, где эти явления развиты». Но вместе с тем он выделял две категории минеральных источников: *жилые* и *пластовые*. Первые – представляют жилые термальные воды, мигрирующие по трещинам, вторые – связаны с пластовыми термальными горизонтами, которые могут питать естественные минеральные источники или вскрываться артезианскими скважинами.

Наиболее широко распространенным случаем появления термальных источников является наличие тектонического нарушения, которое пересекается эрозионным понижением рельефа (долиной, ложбиной, ущельем и т.д.). Из классификации тектонических нарушений, приведенной в учебнике геологии И.В. Мушкетова 1912 г. видно, что с трещинами обычно связывались выходы термальных вод:

- диаклазы;
- складки;
- сбросы;
- жилы и дайки изверженных пород;
- металлоносные жилы.

Каждый тип иллюстрировался характерным примером. Для первого случая приводились углекислые источники Эмса (Германия), второго – Ивердон и Баден (Швейцария), третьего – Виши (Франция), четвертого Баньер-де-Люшон (Пиренеи – Франция), пятого – Пломбьер (Вогезы).

В 1931 году А.М. Овчинников в докладе «Геологические структуры районов минеральных вод» на I Всесоюзном гидрогеологическом съезде в Ленинграде произвел систематизацию условий выхода на поверхность минеральных вод. Было выделено три основных типа:

I – *платформенные области*, как наиболее простые, где минеральные воды образуют пластовые горизонты и появляются на поверхности в результате: 1) искусственного вскрытия путем бурения скважинами или колодцами (Сольвычегодск, Белая Горка, Старая Русса и др.); 2) наличие тектонических разрывов типа сбросов, флексур и т.п. в сочетании с глубокой эрозией (Краинские минеральные воды, Сергиевские и др.) .

II – *пограничные области* между платформами и складчатыми сооружениями, где минеральные воды приурочены: 1) к зонам поперечных трещин (район КМВ, Центральное плато Франции и др.); 2) к

участкам, осложненным интрузиями, например типа лакколитов КМВ, в которых вода может изливаться, и по концентрическим разломам.

III – *складчатые сооружения*: 1) районы преимущественного распространения складчатых тектонических форм – антиклиналей и синклиналей. Выходы минеральных вод приурочены к осевым частям складок, а также к участкам развития тектонических трещин различных систем (диагональных и др.).

Опыт работ на минеральных водах показал необходимым тщательный геолого-структурный анализ районов минеральных вод с детальным изучением трещиноватости горных пород. В горных породах, разбитых различными системами трещин, можно выделить наиболее водообильные зоны открытых трещин, сопряженных с системами закрытых трещин. Следует подчеркнуть большое гидрогеологическое значение поперечных и диагональных зон тектонических деформаций и трещин, являющихся зонами растяжения, т.е. представляющих системы открытых трещин[10].

При проведении буровых работ можно хорошо заметить как по-разному взаимодействующих скважины, заложенные на участках, различных по степени трещиноватости пород. В истории буровых работ в целях разведки минеральных вод были случаи, когда три скважины, заложенные в скальных породах по треугольнику с расстоянием сторон около 100 м, дали минеральную воду, а центральная, четвертая скважина, заложенная в центре треугольника, была почти безводной. При равномерной трещиноватости (литоклазы) и пористости пород таких случаев ожидать трудно.

Наиболее характерными комплексами пород, с которыми связаны минеральные воды, являются:

Карбонатные – известняки или доломиты, разбитые трещинами и закарстованные на выступающих участках. С толщами карбонатных пород связаны такие минеральные воды, как углекислые воды типа нарзана, сероводородные воды Мацесты, радоновые воды Цхалтубо, термальные воды Пиесчаны в Словакии, Будапешта и др.

Чередующиеся песчано-глинистые отложения, образующие так называемый флиш. С этими толщами связано формирование гидрокарбонатно-натриевых вод боржомского типа – Боржоми, Виши, Дилижан и другие, а также вод хлоридно-гидрокарбонатно-натриевого состава [11].

Вулканогенные, туфогенные породы, представляющие накопления туфов, туфобрекчий и туфопесчанников, часто перемежающиеся с покровами и потоками лав. С этими толщами связаны многие гидросульфатные термальные воды Кавказа (Тбилиси, Абастумани и др.), а также некоторых других областей.

Массивы изверженных пород, представляющие большое разнообразие форм, начиная от небольших даек, лакколитов и кончая крупными батолитообразными телами. В таких массивах, разбитых трещинами, развиты слабо минерализованные азотные термы, местами с повышенной радиоактивностью (например, термы Белокурихи, приуроченные к гранитному массиву у северного подножия Алтая, Родопский массив в Болгарии и др.) [11].

Большое значение в распространении минеральных вод различных типов имеют геотектонические условия. В настоящее время принято различать три крупных геотектонических элементов: I – щиты или выступы древнего кристаллического фундамента, сложенные кристаллическими или метаморфическими породами; II – платформы, сложенные осадочными отложениями, обычно слабо смятыми и

несогласно залегающими на кристаллическом фундаменте (кровля которого находится на различных глубинах); III – геосинклинали – подвижные, различно дислоцированные участки земной коры, сложенные комплексами самых разнообразных пород – осадочных, магматических, метаморфических[10]. В пределах указанных выше главнейших геотектонических элементов выделяются структуры более мелкие, которые усложняют картину распространения минеральных вод (поднятия, прогибы, антеклизы, синеклизы, валы, купола и т.д.).

В процессе геологической истории, в зависимости от особенностей седиментации, процессов диагенеза и эпигенеза и условий миграции подземных вод в прошлые времена в пределах бассейнов подземных вод создается гидрогеохимическая зональность, которая, несмотря на некоторые общие черты, проявляется в различных бассейнах по-разному. Такие бассейны подземных вод, включающие: области современной инфильтрации атмосферных вод и создание напора; области распространения водоносных горизонтов (в том числе и горизонтов минеральных вод) и области стока или разгрузки получили наименование *водонапорных систем*.

А.М.Овчинников выделяет 6 типов водонапорных систем:

- крупные артезианские бассейны платформенных областей;
- средние артезианские бассейны краевых, предгорных прогибов и межгорных котловин;
- малые артезианские бассейны, часто наложенные на другие водонапорные системы;
- водонапорные системы трещинных вод в выступающих массивах кристаллических и метаморфических пород;
- сочлененные бассейны горных сооружений;



- большие бассейны и потоки грунтовых вод, имеющие характер субартезианских бассейнов и склонов[11].

В пределах основных водонапорных систем выделяются системы (бассейны) второго, третьего порядков. Выделение водонапорных систем, сопоставление их с геоморфологическими элементами, бассейнами поверхностного стока позволяет оконтурить гидрогеологические районы, которые обычно показываются на картах гидрогеологического районирования. Таким образом, гидрогеологические районы, как, например, КМВ, Сочи – Мацестинский, Боржомский могут рассматриваться как бассейны подземных вод, включающие области питания и разгрузки и приуроченные к одной или нескольким геологическим структурам или к части структуры, отличающейся характерной зональностью подземных вод, которая создалась в процессе исторического развития района[10].

Минеральные воды встречаются во всех типах геологических структур. На выступах древнего докембрийского фундамента они развиты в трещиноватых зонах, преимущественно в коре выветривания массивных пород или на участках тонкого чехла рыхлых отложений. Платформенные области представляют крупные артезианские бассейны с хорошо выраженной гидрогеохимической зональностью, с водами широкого диапазона минерализации и разнообразного состава. Аналогичные условия наблюдаются и в артезианских бассейнах межгорных впадин и сопряженных бассейнов складчатых областей[11].

В краевых частях бассейнов, начиная непосредственно от области питания, располагаются зоны маломинерализованных инфильтрационных вод, обычно гидрокарбонатно-кальциевого типа. Далее следует зона гидрокарбонатно-натриевых или сульфатно-натриево-кальциевых вод. За ней идет переходная зона смешанных гидрокарбонатно-хлоридно-

натриевых вод или сульфатно-хлоридных вод и, наконец, зона хлоридных вод, представляющая собой область наиболее древних высокоминерализованных вод бассейна[11]. Маломинерализованные воды в верхних артезианских горизонтах образуются при наличии непосредственной связи с поверхностью и во внутренних частях бассейна, если при этом существуют благоприятные гидродинамические условия[10].

Вверху находится зона более или менее интенсивного движения инфильтрационных атмосферных вод. Здесь характерна окислительная обстановка с газами вод верхней зоны: кислородом, часто углекислотой. Содержание кислорода, расходующегося на окисление, постепенно уменьшается сверху вниз, а азот воздушного происхождения остается. В противоположность этому в более глубоких зонах мы имеем восстановительную обстановку, в которой в результате биохимических и других процессов воды обогащаются метаном и другими углеводородами, сероводородом, углекислотой.

Процессы замещения древних вод бассейна протекают различно, в различных геоструктурных элементах. В горных хребтах, представляющих собой гидрогеологически открытые структуры, этот процесс протекает интенсивней и быстрее, чем в межгорных и предгорных впадинах. В предгорных краевых частях артезианских бассейнов иногда наблюдается обратная вертикальная зональность (инверсия): под горизонтами соленых вод иногда лежат водоносные пласты с относительно невысоко минерализованными щелочными или сульфатными водами, что объясняется в большинстве случаев более интенсивным проникновением инфильтрационных вод на более высоко приподнятых выходах водоносных пород в области питания (расположенных обычно на склонах горных хребтов).

В случае возникновения в пределах водонапорных систем магматической деятельности, образующиеся глубинные гидротермы и газы (особенно  $\text{CO}_2$ ) внедряются по трещинам горных пород в вышележащие их толщи, где они присоединяются к уже ранее сформировавшимся водам, имеющим тот или иной состав в зависимости от стадии их формирования, и включаются в общую водонапорную систему. При этом состав последних подвергается тем или иным изменениям в результате активизации физико-химических процессов, связанной с насыщением вод газами магматического и термометаморфического происхождения. Особенно характерным процессом здесь является насыщение вод углекислотой и интенсивное в связи с этим растворение минералов горных пород[10]. В результате сложного сочетания складчатых нарушений и тектонических разрывов в пределах горных районов иногда создаются зоны повышенной трещиноватости пород, благоприятные для миграции вод на большие глубины и выхода их на пониженных участках рельефа.

В пределах зоны альпийской складчатости и новейшего горообразования, охватывающей территорию России с юга и далее простирающейся на Дальний Восток, наблюдается интенсивная гидротермальная деятельность. Эта зона кольцом охватывает Тихий океан и продолжается в Кордильерах и Андах. В зоне новейшего горообразования преобладает сложный горный рельеф, способствующий созданию высокого напора и развитию разнообразных минеральных и пресных источников[11].

### 1.3 Провинции минеральных вод

Территории, в пределах которых развиты определенные группы минеральных вод, были названы А.И. Дзенс-Литовским и Н.И. Толстихиным *провинциями минеральных вод* или *гидрохимическими провинциями* (рис.2).



Рис 2. Провинции минеральных вод России[20]

Каждая из них характеризуется особыми геологическими условиями и обладает группой вод, связанных общностью некоторых признаков. Минеральные воды одной провинции в целом отличны от вод другой. В пределах каждой провинции могут быть выделены области минеральных вод, различных по своему составу, геологическим условиям, а в пределах каждой области могут быть выделены гидрохимические районы, зоны, поля или гидрохимические фации[11].

А.И. Дзенс-Литовским и Н.И. Толстихиным выделены и показаны на схематической карте природных минеральных вод России следующие провинции и области минеральных вод:

Первая провинция щелочноземельных гидрокарбонатных вод, газифицирующихся углекислым газом, приуроченная к альпийской складчатой зоне, именно к тем ее частям, где имеются проявления молодого угасшего вулканизма в виде обильных выходов углекислого газа. В ее пределах выделены области:

1. Кавказская (Кавказ и Закавказье);
2. Южного Памира и Южного Тянь-Шаня;
3. Восточного Саяна;
4. Забайкалья (Даурская);
5. Сихоте-Алиня;
6. Анийско-Анадырская (выделено условно по геологическим соображениям).

Вторая провинция натриевых сульфатных, хлоридных, гидрокарбонатных и смешанных вод, термальных, газифицирующихся азотом или метаном, поднимающихся из недр по глубоким водоносным трещинам. Выделены области:

1. Периферия Главного Кавказского хребта и часть Закавказья;
2. Туркмено-Харасанская;
3. Гиссаро-Алайская;
4. Тянь-Шаньская;
5. Алтайско-Саянская;
6. Байкало-Олекминская;
7. Ингодино-Чилойская;
8. Буреинская;
9. Сахалинская;
10. Побережье Охотского моря и Восточная Якутия;
11. Особая Камчатско-Корякская область современного вулканизма с проявлением вулканических и прочих вод;

## 12. Чукотская.

Третья провинция соленых, горько-соленых и сульфатных вод высокой минерализации, холодных, слабогазирующих азотом или метаном вод гидрогеологических бассейнов открытого или замкнутого типа, приуроченных к комплексу осадочных отложений на платформах. Выделяются несколько крупных областей:

1. Волго-Двинская (Западная);
2. Печорская;
3. Азово-Черноморская и Арало-Каспийская (Южная);
4. Обская (Центральная);
5. Лено-Енисейская (Восточная).

На карте подземных минеральных вод СССР 1965 г. составленный В.В. Ивановым, А.М. Овчинниковым и Л.А. Яроцким выделено 5 провинций, характеризующихся распространением сходных по химическому составу и гидрогеохимическим условием формирования групп минеральных вод. Вторая, третья и четвертая в основном соответствуют провинциям, выделенным А.И. Дзенс-Литовским и Н.И. Толстихиным [11].

Провинция сероводородно-углекислых, углекислых и азотно-углекислых термальных областей современного вулканизма.

Эта провинция высоко-термальных вод включает в России Курильские острова и Юго-Восточную Камчатку. Аналогичные термы развиты и в других областях современного вулканизма – Японии, Индонезии, Новой Зеландии, Италии, Исландии и др.

В сфере современных вулканических очагов, в восстановительных условиях формируются сильно перегретые преимущественно азотно-углекислые, термальные воды, которые при выходе на поверхность образуют кипящие источники и мощные газо-паровые и паро-

водяныеструи. В верхней окислительной зоне под непосредственным воздействием вулканических газов образуются весьма кислые, сероводородно-углекислые воды, отличающиеся высоким содержанием металлов (Fe, Al и др.) и наличием свободных серной и соляной кислот. Довольно широко распространены в этой провинции также углекислые термы, в которых отмечается повышенное содержание бора и мышьяка.

#### Провинция углекислых вод областей молодой магматической деятельности.

В пределах этой провинции в России выделяют 10 областей распространения углекислых вод – Малый Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Восточный Саян, Забайкалье, Приморье, Южный Сахалин, Камчатка (южная часть Срединного хребта и Озерновский полуостров) [10].

Территория провинции отличается весьма разнообразными и сложными геологоструктурными условиями, характерными для альпийской складчатой зоны, а также и для области герцинской складчатости и более древних платформ, затронутых молодыми тектоническими движениями и магматическими процессами. С последними связано обогащение подземных вод углекислым газом, возникающим, по-видимому, в результате термометаморфизма пород. В результате такого обогащения в кристаллических породах и хорошо промытых осадочных отложениях образуются слабо минерализованные гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые-углекислые воды типа нарзана, а при наличии условий, благоприятных для протекания обменно-адсорбционных процессов (в глинистых и флишевых породах), - гидрокарбонатные натриевые воды типа боржоми[10].

При поступлении углекислого газа в различной степени метаморфизованные и разбавленные древние воды морского генезиса или

воды атмосферного происхождения, выщелачивающие засоленные породы, формируются углекислые, хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, хлоридные, натриевые воды и воды более сложного состава (типа эссендуки, арзни и др.). При наличии в углекислых водах азота, метана или сероводорода образуются азотно-углекислые, метаново-углекислые воды и воды более сложного газового состава.

#### Провинции азотных щелочных термальных областей новейших тектонических движений.

Эта провинция включает значительные по площади территории Юга и Востока России (Алтай, Прибайкалье и др.), находящиеся в области интенсивных четвертичных и современных поднятий и местных опусканий, характеризующихся большими градиентами и развитием крупных разрывных дислокаций. Области эпигерцинских и более древних платформ, лишенные чехла осадочных отложений, сложенные метаморфическими породами, являются областями распространения азотных слабо минерализованных (до 1 г/л) щелочных кремнистых натриевых терм (древне инфильтрационного происхождения) [11].

Термальные воды этого типа встречаются также в зоне альпийской складчатости, где они приурочены к породам нижнего структурного яруса. В некоторых случаях такие термы образуются и в породах верхнего структурного яруса – в гидрогеологически раскрытых структурах, сложенных хорошо промытыми осадочными отложениями или мощными толщами эффузивных пород, например, юго-восточная часть Кавказа, Малый Кавказ, хр. Срединный (Камчатка) [11].

Особенно часто термы связаны с массивами гранитоидных пород, в зонах тектонических дроблений которых создаются открытые пути подъема воды с глубин иногда более 1,5-2 км, что приводит к появлению высокотемпературных (до 90-95<sup>0</sup>С) источников (Хаджа-Оби-Гармские,



Кульдурские, Горячинские и др.). Другую группу азотных термальных вод представляют более высокоминерализованные (до 35 г/л) хлоридные кальциево-натриевые воды. Например, на Чукотском полуострове встречены хлоридные кальциево-натриевые термы такого типа. По своему происхождению эти термы являются вероятно, древними сильно измененными (и разбавленными) водами морского типа, выходящими на поверхность по зонам тектонических разрывов из трещин изверженных или метаморфических пород (источники Нешкенские, Таватумские и др.). Провинция азотных, азотно-метановых и метановых артезианских бассейнов платформ, краевых прогибов и складчатых областей.

Распределение отдельных типов минеральных вод внутри артезианских бассейнов подчинено общей гидрогеохимической зональности, которая в ряде бассейнов может осложняться в зависимости от литологического состава пород, палеогидрогеологических и иных условий.

В пределах описываемой провинции выделяются участки: а) все минеральные (лечебные) воды обладают минерализацией менее 10 г/л; б) воды с минерализацией до 50 г/л; в) воды разнообразной минерализации, в том числе рассолы (более 50 г/л).

В зависимости от газового состава воды рассматриваемой провинции разделяются на две основные группы: азотные и метановые (и азотно-метановые). Важнейшая особенность газового состава значительной группы минеральных вод IV провинции – присутствие в них сероводорода, образующегося в результате биохимических процессов восстановления сульфатов[11].

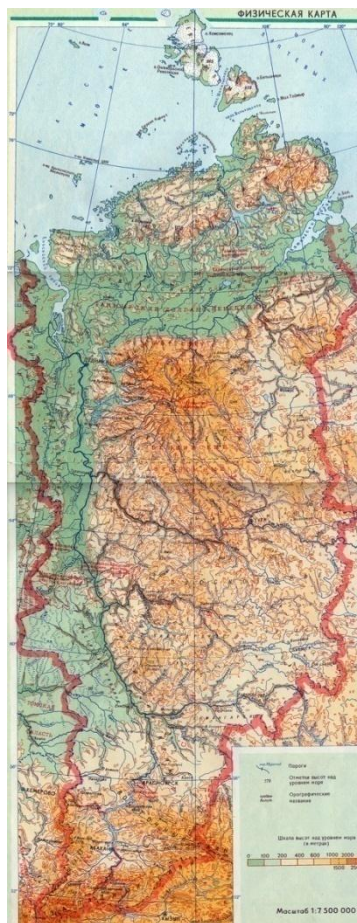
Провинция кислородно-азотных и азотных радоновых слабо минерализованных вод коры выветривания кислых кристаллических пород.

Воды этой провинции, распространенные в Карелии, на Урале, в Украинском кристаллическом массиве, Центральном Казахстане, на Алтае, в Забайкалье и на Дальнем Востоке (местами на территории II и III провинций), представляют собой трещинные грунтовые или слабо напорные воды коры выветривания кислых кристаллических пород. Они отличаются низкой температурой, слабой минерализацией, преобладанием в составе ионов гидрокарбонатов кальция и магния и к минеральным водам относятся, как правило, только в случаях обогащения их радоном ( $Rn$  10 ед. Махе) [11].

## ГЛАВА 2. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

### 2.1 Распространения и использование минеральных вод Красноярского края

Красноярский край - одна из наиболее крупных административных единиц страны. Около 98 % минеральных вод сосредоточено в его южной части, остальные находятся в центральной части края (рис. 3). Географически это территория, непосредственно прилегающая с севера к центру Азии[6].



*Рис. 3 Физическая карта Красноярского края*

Вследствие больших размеров территории распространения минеральных вод природно-климатические условия различных районов имеют свои отличия. Рельеф рассматриваемой части края сложный. Южная ее площадь относится к Алтае-Саянской горной стране, куда входят Восточно-Саянское и Западно-Саянское нагорья, Кузнецкий Алатау и обширная Минусинская впадина[12]. Восточно-Саянское нагорье, постепенно опускаясь, смыкается с Западно-Сибирской равниной на северо-западе и с отрогами Енисейского кряжа на севере

Наиболее высокие отметки окружающих котловину хребтов достигают 2-3 тыс. м. Переход от горных хребтов к котловине в основном постепенный, плавный. Отроги Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна разделяют Минусинскую впадину на несколько котловин, из которых Чебаково-Балахтинская и Южно-Минусинская - самые крупные. В их пределах сосредоточено подавляющее большинство озер. Чебаково-Балахтинская котловина занимает центральную часть Минусинской впадины, на юге и севере (внутри впадины) ограничена сравнительно невысокими Батеневским и Солгонским кряжами. По строению она довольно сложная. Обширные равнины здесь сменяются холмами, холмисто-увалистым, мелкосопочным и низкогорным рельефом[6].

Основная масса подземных вод Красноярского края и принадлежит к минеральным холодным и термальным водам. Они содержат в своем химическом составе те или иные специфические компоненты и могут быть использованы для лечебных нужд, как сырье для добычи полезных ископаемых (поваренная соль, бром, йод и др.) или в теплоэнергетических целях. Отнесение лечебных, промышленных и теплоэнергетических вод к одной группе минеральных вод в настоящее время является общепризнанным (Ткачук, Толстихин, 1963; Овчинников, 1963; Дзенс-Литовский, 1964; Зайцев и др.) [2].

Районирование территории Красноярского края и по типу минеральных вод было впервые произведено А. И. Дзенс-литовским и Н. И. Толстихиным в 1945 г. в связи с составлением «Схематической карты природных минеральных вод СССР». При этом северная часть территории была отнесена к провинции «хлоридно-натриевых, сульфатных вод высокой минерализации, холодных, слабогазирующих азотом или метаном». В ее пределах были выделены две области минеральных вод — Лено-Енисейская (Восточная), занимающая Сибирскую платформу, и Обская (Центральная), охватывающая Западно-Сибирскую плиту и Минусинские впадины, и два особых района с преобладанием гидрокарбонатных кальциевых вод в коре выветривания кристаллических и метаморфических пород — Енисейский и Анабарский[16]. Большая южная горная часть рассматриваемой территории была отнесена к провинции минеральных вод «натриево-сульфатных, хлоридных, гидрокарбонатных и смешанных, термальных, газлирующих азотом или метаном», в пределах которой выделена Саяно-Алтайская область. В юго-западной части описываемой территории была выделена «Восточно-Саянская область углекислых холодных и термальных вод».

Данное районирование минеральных вод полностью сохраняет свое значение и в настоящее время. На основе вышеприведенного районирования и данных изученности подземных вод Красноярского края и в пределах этой территории выделен ряд провинций и областей минеральных вод представленных Е. А. Басковым А. В. Зуевым в виде схемы распространения минеральных вод 1976г. (рис. 4). Провинция метановых, азотных сероводородных холодных и термальных соленых и рассольных вод артезианских бассейнов. В этой провинции выделяются три области: 1) Восточно-Сибирская (Лено-Енисейская), 2) Западно-Сибирская (Обская), 3) Минусинская

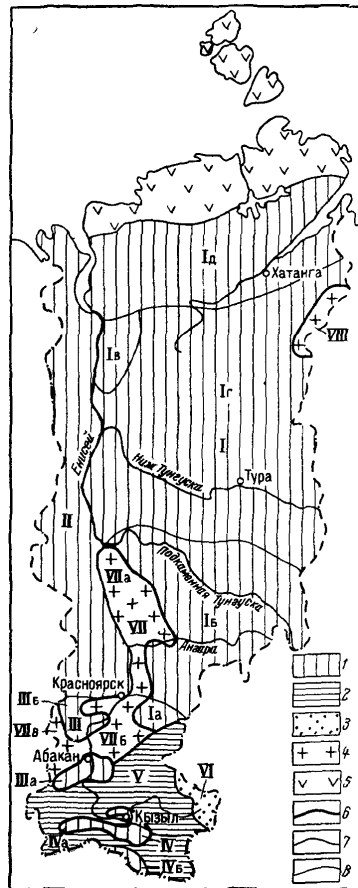


Рис. 4. Схема распространения минеральных вод [2]

1— провинция метановых, азотных, сероводородных холодных и термальных соленых и рассольных вод артезианских бассейнов I — Лена Енисейская область Ia — Рыбинский район, Ib — Тунгусско Ангарский район, Ic — Норильский район Id — Нижне Тунгусский район, Id — Хатангский район II — Обская область III — Минусинская область IIIa — Южно Минусинский район, IIIb — Северо-Минусинский район, IV — Тувинская область IVa — Кызыльский район, IVb — Убсанурский район, 2 — провинция азотных кремнистых терм гидрогеологических массивов V — Саяно- Алтайская область, 3 — провинция углекислых вод VI — Восточно Саянская область 4 — провинция радоновых вод гидрогеологических массивов VII — Саяно Енисейская область VIIa — Енисейский район, VIIb — Восточно- Саянский район, VIIc — Кузнецко Алатауский район, VIII — Анабарская область, 5 — территории, не

*изученные в отношении минеральных вод 6 — границы между провинциями минеральных вод, 7 — границы между областями минеральных вод, 8 — границы между районами минеральных вод*

Восточно-Сибирская (Лено-Енисейская) область характеризуется в целом весьма широким распространением в нижнем гидродинамическом этаже высококонцентрированных рассолов хлоридного кальциево-натриевого и кальциевого состава (челекенский, нарфеновский типы и др.). В верхнем гидродинамическом этаже развиты разнообразные сульфатные и хлоридные соленые и рассольные воды (московский, городокский, ижевский, пеледуйский, усольский, кемпендяйский типы и др.). В рассматриваемой части Восточно-Сибирской области выделен ряд районов со специфическими условиями распространения различных типов минеральных вод (рис. 4).

Рыбинский район, где нижний гидродинамический этаж не изучен, характеризуется весьма небольшим разнообразием минеральных вод. В верхнем гидродинамическом этаже встречаются воды сульфатного натриевого состава (ижевский тип), а в более глубоких частях разреза могут быть обнаружены хлоридные натриевые воды (оленекский тип).

Тунгусско-Ангарский район занимает территорию бассейна нижнего течения рек Ангары и Подкаменной Тунгуски. Повсеместно в нижнем гидродинамическом этаже распространены высококонцентрированные рассольные минеральные воды (челекенский, порфеновский типы и др.). В верхних частях разреза минеральные воды весьма разнообразны. К участкам неглубокого залегания соленосных толщ приурочены хлоридные натриевые соленые и рассольные воды пеледуйского, усольского и кемпендяйского типов; с сульфатоносными толщами связа-

ны многочисленные выходы вод московского, городокского и ижевского типов.

Довольно широко минеральные воды сульфатного состава распространены в водах верхних горизонтов Норильского района. В более глубоких частях разреза здесь развиты воды оленекского, евпаторийского, нальчикского и чартакского типов[2].

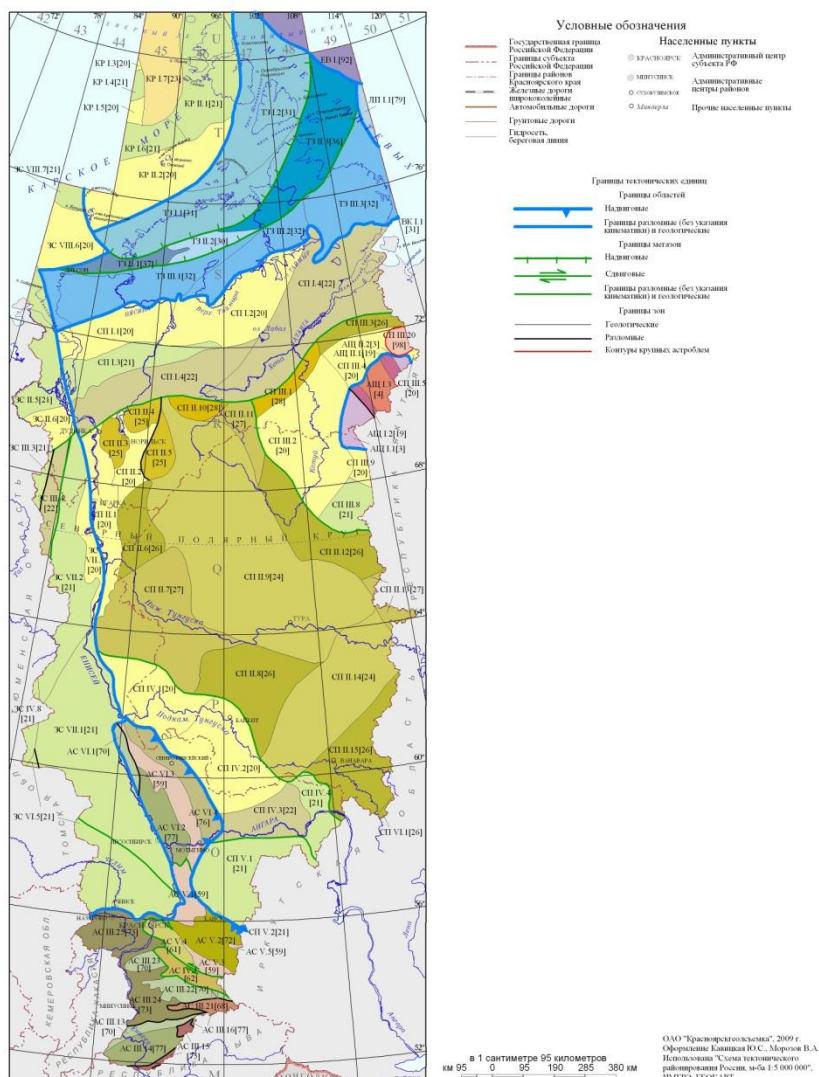


Рис. 5 Схема тектонического районирования Красноярского края

Ниже-Тунгусский район. Для этого района весьма характерным является наличие многочисленных выходов минеральных вод



тутончанкого и пороховского типов, приуроченных к зонам новейших разломов (рис 5).

Другие минеральные воды в верхних частях разреза отсутствуют.

В Хатангском районе под мерзлотными минеральные воды представлены в основном нальчикским и чартакским типами и лишь в районах соляных куполов вблизи поверхности земли формируются минеральные воды усольского и кемпендяйского типов [5].

Западно-Сибирская (Обская) область характеризуется широким региональным развитием в пределах нижнего гидродинамического этажа минеральных метановых хлоридных натриевых вод с минерализацией до 35 г/л (оленекский, евпаторийский, нальчикский типы вод). В верхнем гидродинамическом этаже развиты как пресные гидрокарбонатные натриевые воды, так и солоноватые воды гидрокарбо-натно-хлоридного и хлоридного натриевого состава (евпаторийский, сакский, оленекский, карачинский типы). Воды преимущественно напорные, на юге региона встречаются самоизливающиеся. Основная масса минеральных вод вскрывается на глубинах свыше 30—50° С. В верхних горизонтах развиты только холодные воды оленекского типа. Они характерны для северных районов рассматриваемой территории.

Минусинская область, объединяющая Минусинские бассейны, характеризуется распространением довольно разнообразных типов минеральных вод. В Южно-Минусинском районе в нижнем гидродинамическом этаже развиты рассолы хлоридного натриевого состава с минерализацией до 320 г/л (минусинский тип). В верхнем гидродинамическом этаже встречаются различные минеральные воды сульфатного и хлоридного натриевого состава (московский, ижевский, оленекский типы и др.) [5].

Северо-Минусинский район характеризуется развитием в верхнем гидродинамическом этаже минеральных вод сульфатного кальциевого и натриевого, хлоридного натриевого состава (московский, ижевский типы и др.). Иногда здесь встречаются углекислые воды дарасунского типа, приуроченные к зонам глубинных разломов (рис.5). В нижнем гидродинамическом этаже, который здесь практически не изучен, развиты, по-видимому, хлоридные натриевые воды (оленекский тип и др.).

Провинция азотных кремнистых терм. В пределах рассматриваемой территории к этой провинции относится Саяно-Алтайская область азотных терм. Эта область характеризуется распространением минеральных вод абаканского, кальдурского, елисуйского, эллинского и кижихемского типов, которые приурочены к зонам молодых глубинных разломов (рис5). В Саяно-Алтайской области минеральных вод известны и холодные радоновые воды преимущественно хасуртаевского, реже знаменского типов, связанные с изверженными (часто гранитными) массивами. Встречаются также сероводородные воды терехольского типа (в карбонатных породах).

Провинция углекислых вод. В пределах рассматриваемой территории к этой провинции относится Восточно-Саянская область углекислых вод. Здесь наряду с глубокими разломами на отдельных участках отмечаются проявления молодого вулканизма. С зонами разломов связаны выходы углекислых термальных и холодных вод (дарасунский, изыгсугский и молоковский типы), которые образуют в некоторых местах гидроминеральные линии различной протяженности—Окинскую, Тиссинскую и др[6].

Провинция радоновых вод. К этой провинции в пределах Красноярского края относятся Саяно-Енисейская и Анабарская области радоновых вод. В Саяно-Енисейской области выделяются Енисейский,

Восточно-Саянский и Кузнецко-Алатауский районы. Для Енисейского района характерно распространение радоновых минеральных вод знаменского и хасуртаевского типов, связанных с зоной выветривания изверженных пород (часто гранитов). В Восточно-Саянском районе минеральные воды пока неизвестны. Радоновые воды могут быть обнаружены на участках, сложенных магматическими породами. В Кузнецко-Алатауском районе развиты воды преимущественно хасуртаевского типа, связанные обычно с верхней частью разреза массивов изверженных пород. На отдельных участках этого района известны радоновые воды увильдыкского типа, приуроченные к зонам разломов (Батеневский кряж)[5].

Минеральные воды большинством исследователей подразделяются на типы, обладающие общностью химического состава, физических свойств и условий залегания. Впервые для территории Восточной Сибири вопросы типизации минеральных вод были подняты Н. И. Толстихиным (1935) и затем более подробно рассмотрены им совместно с В. Г. Ткачук (Ткачук, Толстихин, 1963). Наиболее полная типизация минеральных лечебных вод выполнена В. В. Ивановым и Г. А. Невраевым. Ниже приводится краткая характеристика типов минеральных вод, установленных на территории Красноярского края[6].

Минеральные воды артезианских бассейнов: Азотные и метановые воды

Московский тип трещинно-карстово-пластовых и карстовотрещинных минеральных вод характеризуется сульфатным кальциевым составом с минерализацией обычно 1—3 г/л. Растворенные газы в них имеют кислородно-азотный и редко азотный состав. Минеральные воды московского типа широко распространены на территории Красноярского края в Ангаро-Ленском и Тунгусском бассейнах. Многочисленные родники этого типа встречаются здесь в районах, где в верхней части разреза

залегает толща пород с пластами гипса и ангидрита. Дебиты родников достигают 10—20 л/сек и более, температура обычно не превышает 6° С. Воды аналогичного состава встречаются в Южно-Минусинском и Чебаково-Балахтинском бассейнах, где они приурочены к загипсованным карбонатным и терригенным породам девона, силура и кембрия.

Городокский тип вод по условиям залегания и химическому составу близок к московскому типу, отличаясь от него наличием сероводорода в количествах от 10 мг/л и более. Воды городокского типа в пределах рассматриваемой территории встречаются редко (Ангаро-Ленский бассейн) [6].

Ижевский тип вод обладает хлоридно-сульфатным натриевым составом и минерализацией до 4—5 г/л. Воды этого типа имеют довольно широкое распространение в Ангаро-Ленском и в западных районах Тунгусского бассейна, а также в Южно-Минусинском, Чебаково-Балахтинском, Рыбинском и Тувинском бассейнах. По условиям залегания эти воды, трещинно-карстово-пластовые и карстово-трещинные; приурочены к районам неглубокого залегания галогенно-карбонатных, реже терригенных и карбонатно-терригенных толщ. Дебиты родников достигают десятков и сотен метров в секунду, температура их колеблется обычно в пределах 2—5° С.

Пеледуйский тип объединяет трещинно-карстово-пластовые, карстово-трещинные и трещинно-пластовые хлоридные натриевые соленые воды (минерализация 1—35 г/л). Они приурочены к верхним горизонтам соленосных отложений. Содержание брома в водах пеледуйского типа не превышает 0,05 г/л. Растворенные газы азотные. Эти воды широко распространены в Ангаро-Ленском и в западных районах Тунгусского бассейна. Усольский тип характеризуется трещинно-карстово-пластовыми и карстово-трещинными хлоридными натриевыми

рассольными водами с минерализацией 35—150 г/л. Кемпендяйский тип представлен трещинно-карстово-пластовыми и карстово-трещинными хлоридными натриевыми рассольными водами с минерализацией 150—320 г/л [6].

Воды усольского и кемпендяйского типов, так же как и воды пеледуйского типа, формируются в условиях свободного водообмена в верхних частях разреза соленосных отложений. Газовый состав вод усольского и кемпендяйского типов обычно азотный, метаново-азотный, реже метановый. Довольно часто в этих водах отмечается наличие сероводорода в количествах до 0,01 г/л [5].

Оленекский тип представлен порово-пластовыми водами хлоридного натриевого состава с минерализацией от 1 до 35 г/л. Отличительной их особенностью являются весьма низкие температуры, в основном не превышающие 5—10° С. Воды оленекского типа развиты на севере Западно-Сибирской артезианской области, в Усть-Енисейском районе, где они вскрыты рядом скважин на глубинах от 220 до 400 м, реже глубже, в отложениях мелового возраста. Удельные дебиты скважин не превышают 0,01—0,001 л/сек. Весьма широко распространены воды этого типа также в Хатангском бассейне, но они там почти не изучены. Воды оленекского типа встречаются также в Тувинском и Минусинском бассейнах, где они вскрыты отдельными скважинами на глубинах до 200—300 м и более.

Сакский тип вод характеризуется хлоридно-гидрокарбонатным составом и минерализацией 1—10 г/л. Содержание гидрокарбоната натрия выше 50%. Состав растворенных газов азотно-метановый и метановый. Воды преимущественно теплые и горячие, с температурой в пласте 20—90° С. Вскрыты воды данного типа на юге Западно-Сибирской артезианской области (Чулымо-Енисейский район) на

глубине 800—2200 м в образованиях фундамента, а также в осадочных толщах юрского и нижнемелового возраста. По условиям залегания эти воды преимущественно порово-пластовые (в породах фундамента трещинно-жилые). Дебиты менее 0,01 л/сек [6].

Карачинский тип представлен порово-пластовыми водами гидрокарбонатно-хлоридного натриевого состава с минерализацией 1—10 г/л. Количество гидрокарбонатных солей в них составляет 25—45%, растворенные газы азотные, азотно-метановые, реже метановые. Воды в основном теплые и горячие. Температура их более 20° С. Воды карачинского типа вскрыты отдельными скважинами в Чулымо-Енисейском и Елогуйском районах Западной Сибири в отложениях юрского возраста. Глубина вскрытия 1300—2200 м. Воды напорные, иногда самоизливающиеся. Удельный дебит скважин 0,01—0,012 л/сек.

Евпаторийский тип характеризуется хлоридным натриевым составом, невысокой минерализацией вод (до 10 г/л), состав газов азотно-метановый и метановый. В составе вод содержится бром до 60 мг/л, отмечаются следы йода и бора. Воды теплые и горячие, с температурой в пласте до 60° С. Воды этого типа встречены во многих пунктах Усть-Енисейского и Елогуйского районов Западно-Сибирской артезианской области. Они вскрыты здесь рядом скважин в отложениях кембрийского, юрского и мелового возраста на глубинах свыше 1000 м. По-видимому, евпаторийский тип вод распространен на определенных глубинах и в Хатангском бассейне, где в настоящее время данные о нем отсутствуют.

Нальчикский тип вод имеет хлоридный натриевый состав, минерализацию от 10 до 35 г/л; растворенные газы преимущественно метановые. В воде содержится (в мг/л) брома — до 100, йода — до 5, бора (НВОг) — до 40; присутствуют железо и некоторые другие микрокомпоненты. Температура вод свыше 100° С. По условиям

залегания воды нальчикского типа в основном порово-пластовые и порово-трещинно-пластовые. Они широко развиты на севере Западной Сибири (в Усть-Енисейском районе), где вскрываются в отложениях мелового, юрского и палеозойского возраста на глубинах 1400—3000 м. Воды напорные, изредка самоизливающиеся. Дебиты скважин не превышают 1—3 л/сек при понижениях более 30 м, удельные дебиты в основном менее 0,1 л/сек.

Чартакский тип представлен преимущественно пластовыми водами хлоридного кальциево-натриевого состава с минерализацией от 35 до 150 г/л. Эти воды установлены в Ангаро-Ленском бассейне в карбонатно-терригенных сульфатонесных толщах среднего — верхнего кембрия (Абанская скважина), а также в терригенных толщах пермского возраста в Хатангском бассейне. Жильные воды данного типа рассмотрены при описании Тунгусского бассейна[6].

Челекенский тип характеризуется водами хлоридного кальциево-натриевого (реже натриево-кальциевого) состава с минерализацией от 150 до 300 г/л и более. Эти воды весьма широко распространены в Восточно-Сибирской артезианской области, где они приурочены к галогенно-карбонатным и сульфатонесным толщам нижнего палеозоя. По условиям залегания воды челекенского типа преимущественно пластовые, реже жильные.

Минусинский тип вод характеризуется водами хлоридного натриевого состава с минерализацией от 150 до 320 г/л. Эти воды известны в центральной части Южно-Минусинского бассейна, где они вскрываются скважинами на глубине 1200—2400 м преимущественно в терригенных отложениях девона. Дебиты скважин, вскрывающих эти рассолы, обычно небольшие и составляют десятые и сотые доли литра в секунду.

Парфеновский тип вод по условиям распространения и залегания близок к челекенскому типу и отличается от последнего более высокой минерализацией вод (более 320 г/л), а также более высокими содержаниями брома и других компонентов. Тутончанский тип представлен хлоридными натриево-кальциевыми и кальциево-натриевыми солеными водами (до 35 г/л), широко развитыми в Тунгусском бассейне в зонах новейших разломов (рис. 5).

Азотные кремнистые термы Абаканский тип минеральных вод характеризуется повышенной (20—50°С) температурой, гидрокарбонатным натриево-кальциевым составом, минерализацией до 0,4 г/л. В водах этого типа содержится кремнекислота (до 0,1 г/л). Азотные термальные воды абаканского типа встречены в зоне глубинных региональных разломов (рис. 5), на границе между Западным Саяном и Кузнецким Алатау (Абаканский горячий ключ).

Дарасунский тип вод отличается гидрокарбонатным кальциевым составом, минерализацией 1,0—1,5 г/л, реже до 6 г/л, низкой температурой (до 15° С) и повышенным содержанием углекислоты, иногда железа. Данные воды распространены Чебаково-Балахтинской впадине (район с. Кожаново). Кожановское месторождение углекислых вод приурочено к зоне тектонического сочленения Балахтинской мульды с северным крылом Белоярской антиклинали. Дебит самоизливающих углекислую воду скважин составляет 0,4—12,5 л/сек. В этих углекислых водах обнаружено повышенное содержание железа (до 0,015 г/л), что повышает их бальнеологические свойства.

Радоновые, кислородно-азотные воды

Хасуртаевский тип объединяет холодные (до 6—7°С) гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией 0,1—0,8 г/л, отличающиеся повышенным содержанием радона. Такие воды



распространены в Западной и Центральной Туве, на Батеневском кряже, в западной части Канско-Тасеевской впадины и на Енисейском кряже. Воды этого типа обычно приурочены к зоне выветривания магматических пород (часто гранитов), реже к зонам тектонических нарушений.

Территория Красноярского края весьма богата минеральными лечебными водами. Почти все охарактеризованные выше типы минеральных вод могут быть использованы в лечебных целях. Согласно бальнеологической классификации минеральных вод, предложенной В. В. Ивановым и Г. А. Невраевым (1964), в пределах рассматриваемой территории могут быть выделены следующие бальнеологические группы минеральных вод: 1) без специфических компонентов и свойств, 2) бромные, йодные и борнокислые, 3) сульфидные, 4) железистые, 5) углекислые, 6) кремнистые термальные, 7) радоновые.

К группе минеральных лечебных вод без специфических компонентов принадлежат московский и ижевский типы сульфатных вод, а также пеледуйский, усольский, оленекский, кемпендяйский, карачинский и тутончанский типы хлоридных вод. Содержание микрокомпонентов в этих водах значительно ниже бальнеологических норм. В настоящее время воды подобного состава довольно широко используются для лечебных целей на многих курорта России. В пределах рассматриваемой территории воды этой группы не используются. Большие ресурсы их установлены для Норильского района.

Группа бромных, йодных и бороносных вод имеет весьма широкое распространение в Восточно-Сибирской и Западно-Сибирской (Обской) областях. К этой группе относятся хлоридные воды евпаторийского и нальчикского типов. Содержание микрокомпонентов (йода, брома, бора и др.) в водах отвечает существующим бальнеологическим нормам и в большинстве случаев намного превышает их. Лечебное значение вод

определяется как общим, так и микрокомпонентным их составом. Воды этой группы являются аналогами известных лечебных вод, широко используемых на многих курортах России. В большинстве своем воды используются для ванн.

К группе железистых вод относятся сульфатные воды, связанные с зоной окисления рудных тел (марактинский тип). Лечебное значение минеральных вод этого типа определяется кислой средой, наличием железа, кремнекислоты, повышенной минерализацией и солевым составом, а также присутствием значительных количеств алюминия, кобальта, меди и других металлов. Воды этого типа известны на южном склоне Западного Саяна а так же в шахтах Маинскогомедноколчеданноместорождения. Кислые железистые воды используются на некоторых курортах России (курорт Гайский в Оренбургской области). В пределах рассматриваемой территории воды марактинского типа не используются.

Группа углекислых вод довольно широко распространена в юго-восточной части Восточного Саяна а также известна в Чебаково-Балахтинской впадине. К этой группе относятся углекислые воды изыгсугского и дарасунского типов. Лечебное значение изыгсугского типа вод определяется повышенной температурой и содержанием углекислоты, превышающим бальнеологические нормы. Лечебные свойства дарасунского типа вод обусловлены повышенным содержанием углекислоты и железа.

Минеральные воды данной группы широко используются в России (на курортах Боржоми, Ессентуки, Дарасун и др.). Эти воды идут в розлив как лечебно-питьевые. В пределах рассматриваемой территории углекислые воды используются местным населением. Весьма важными в бальнеологическом отношении являются Кожановские углекислые воды

(в Чебаково-Балахтинской впадине), которые разведываются с целью организации здесь курорта.

К группе кремнистых термальных вод относятся воды абаканского, кульдурского и эллинского типов, которые известны в горных районах юга Красноярского края. Лечебное значение этих вод определяется повышенной температурой и наличием кремнекислоты (абаканский и кульдурский типы), а также сероводорода (елисуйский, эллинский типы) в количествах, превышающих бальнеологические нормы. Термальные кремнистые воды используются в России (курорты Кульдур и др.). Значительные, в ряде случаев превышающие питьевые нормы содержания фтора в азотных кремнистых термах (в Кульдурских термах содержание фтора достигает 0,012 г/л) ограничивают использование этих минеральных вод в питьевых целях.

В Южно-Минусинской впадине наиболее трещиноватые породы приурочены к участкам периклиналей и флексур, а максимальная раскрытость трещин наблюдается в зонах дизъюнктивных нарушений [14]. С этими участками могут быть связаны значительные скопления подземных, в том числе и промышленных, вод.

## 2.2 Минеральные озера и грязи



*Рис. 6 оз. Учум*[22]

Самым большим по площади минеральным озером является оз. Учум. В районе оз. Учум наиболее древними являются отложения нижнего и среднего девона, залегающие в виде полого опускающегося южного крыла Чебаково-Балахтинской котловины(рис. 6).

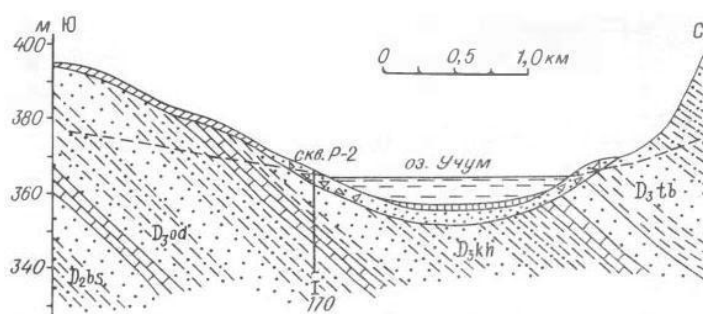


Рис. 7. Схематический геологический разрез долины оз. Учум[13].



Они развиты южнее озера, слагают примыкающие к озерной долине с юга участки (рис. 7). Верхняя часть этой толщи представлена быскарской серией среднего девона. Она сложена преимущественно

эффузивами основного состава, туфами, линзами осадочных пород, в меньшей мере кислыми эффузивами. Мощность толщи достигает 1000 м. Верхний отдел девона на рассматриваемой территории слагает всю озерную долину. Он представлен отложениями ойдаповской, кохайской и тубинской свит. Ойдаповская свита представлена красноцветными песчаниками, алевролитами, аргиллитами часто загипсованными с редкими и маломощными прослоями мергелей, известняков и известковых конгломератов. Мощность толщи достигает 300-600 м, встречаются многочисленные остатки рыб, наземных растений. Кохайская свита занимает центральную часть озерной долины, в пределах ее развития находится оз. Учум. Она сложена сероилипестроцветными алевролитами, песчаниками, аргиллитами с прослоями комковатых и обломочных известняков, мергелей. Мощность свиты достигает 1000. Северные склоны озерной долины сложены породами тубинского горизонта верхнего девона, которые залегают согласно с постепенным переходом на кохайской свите. Тубинская свита представлена преимущественно красноцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями известняков, мергелей, конгломератов. Повсеместно встречаются остатки растений. Мощность свиты варьирует от 400 до 1200 м [17].

Четвертичные отложения развиты в долине Учума довольно широко. Они представлены озерными и элювиально-делювиальными образованиями. Озерные отложения представлены толщей песчаных, песчано-илистых отложений, а в восточной части долины развиты также глины. Суммарная мощность четвертичных отложений здесь достигает 36 м. В оз. Учум также развиты донные илы, являющиеся ценными целебными глинами. Площадь грязевых залежей 1,9 км<sup>2</sup> Мощность

изменяется от 0,1 в прибрежной зоне до 1,6 м в центральной части озера[18].

Наиболее качественные они в центре озера: однородные по составу, интенсивного черного цвета, бархатистомаслянистые, мазеподобные, очень пластичные. Общие ее запасы составляют 5 млн м<sup>3</sup>. По качеству и физико-механическим свойствам лечебные грязи оз. Учумимеют некоторые отличия от грязей озера Тагарское. Влажность их ниже, изменяется в пределах 33,9-47 %, сравнительно небольшой удельный вес, равный 1,5кг повышенное, до 7,5, %, содержание органических веществ. Минерализация водного раствора изменяется от 22,0 до 67,1 г/л. Состав грязей сложный. В них преобладают сульфаты и хлориды натрия Наряду с ними хотя и в подчиненном количестве, есть соединения магния, калий кальция, алюминий, силикаты спектральными анализами установлено наличие многих микроэлементов. Для грязей оз. Учум характерно также повышенное содержание сероводорода, изменяющееся от 211 до 569 мг/л, и соединений железа. Элювиально-делювиальные отложения в долине оз. Учум развиты широко. Они представлены главным образом суглинками, супесями, корой выветривания горных пород. Их мощность достигает 17 м. Наиболее распространены они в восточной половине озерной долины, где рельеф более сглажен. Здесь элювиально-делювиальные отложения покрывают скальные образования сплошным, выдержанным по площади чехлом.

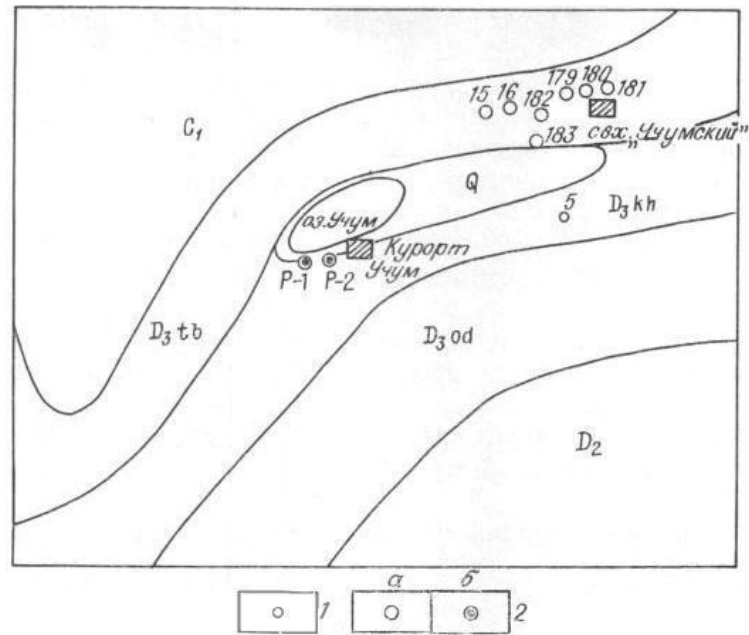


Рис.8 Гидрологическая карта района оз. Учум[13]

1- скважина разведочная 2 – водозабор пресных (а) минеральных (б) вод.  
 Q- водоносный горизонт четвертичных отложений, C<sub>1</sub> – водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений; D<sub>3</sub>tb – водоносный комплекс тубинской свиты верхнего девона; D<sub>3</sub>kh – водоносный горизонт кохойской свиты верхнего девона; D<sub>3</sub>od – водоносный горизонт ойдановской свиты верхнего девона; D<sub>2</sub> – водоносный комплекс отложений среднего девона

Озеро Учум расположено в южной части Чебаково-Балахтинского артезианского бассейна. По геологическим особенностям, условиям питания, циркуляции и разгрузки в пределах озерной котловины и на прилегающих к нему участках выделяются водоносный горизонт четвертичных отложений, водоносные горизонты ойдановской, кохайской и тубинской свит верхнего девона. Они залегают на водоносном комплексе среднего девона (рис. 8). Водоносный горизонт четвертичных отложений распространен главным образом в центральной

части озерной долины, примыкает непосредственно к озеру. Мощность горизонта невелика (не превышает 5-8 м), фильтрационные свойства песков низкие, вследствие чего в 11 практических целях не используется и на режим озера заметного влияния не оказывает. Ниже по разрезу залегает водоносный горизонт тубинской свиты. В пределах озерной долины он развит в ее северной части, примыкает непосредственно к северному берегу оз. Учум[17]

Водовмещающие породы горизонта представлены трещиноватыми песчаниками и прослоями известняков, гравелитами и аргиллитами. Относительным водоупором являются аргиллиты. Воды пластово-трещинные, от слабонапорных до напорных. Водообильность толщи тубинской свиты на рассматриваемой площади довольно высокая. Дебиты скважин изменяются от 1-2 до 16 л/с. По химическому составу воды гидрокарбонатные, кальциево-натриевые, реже кальциево-магниевые. Минерализация изменяется от 0,6 до 0,9 г/л. Питание данного водоносного горизонта осуществляется в основном за счет атмосферных осадков, наблюдается также подток вод от окружающих областей питания этого же горизонта. До 1959 г. северо-восточнее озера, в 8 км, наблюдалась разгрузка подземных вод тубинской свиты родниками с суммарным дебитом около 7 л/с. В окрестностях родников было пробурено три эксплуатационные скважины глубиной от 19 до 32 м, и с 1960 г. за счет двух из них осуществляется водоснабжение курорта. Суммарный дебит скважин достигает 1500 м<sup>3</sup>/сут, а родники исчезли. Северо-восточнее, также в пределах озерной долины, этот водоносный горизонт эксплуатируется для водоснабжения пос. Плетнева. Здесь действуют соответственно две и три эксплуатационные скважины, их суммарный дебит в летнее время достигает 500-600 м<sup>3</sup>/сут. В центральной части озерной долины развит водоносный горизонт кохайской свиты. Оп



пересекает долину с юго-запада на северо-восток полосой шириною около 2 км, занимает наиболее низкую часть долины[15].

Характер водовмещающих пород, условия питания, циркуляции и разгрузки по нему в общем аналогичны вышележащему водоносному горизонту тубинской свиты. Водообильность же горизонта низкая. Дебиты скважин не превышают 1 л/с, минерализация вод повышенная, изменяется в пределах 3-5 г/л, по составу воды гидрокарбонатные, сульфатные кальциевые и натриевые. Они пригодны лишь на отдельных участках для водопоя скота. В 1956-1957 гг. на территории курорта на этот водоносный горизонт было пробурено четыре разведочных скважины глубиной до 170 м. Их дебиты не превышали 0,75 л/с, минерализация воды составила 2,5-5,9 г/л. По составу она сульфатная кальциевая и натриевая. В настоящее время скв. Р-1 и Р-2 используются для лечебных целей. В пределах южных склонов озерной долины развит водоносный горизонт ойдановской свиты. Здесь водовмещающими являются трещиноватые песчаники и прослойки известняков, в меньшей мере трещиноватые алевролиты, гравелиты. В целом водообильность этого горизонта на площади озерной долины низкая минерализация высокая (до 3-4 г/л), вследствие чего в практических целях он не используется. Водоносный комплекс среднего девона на дневную поверхность выходит южнее озера. В пределах озерной долины он залегает на большой глубине. Водообильность его неоднородная, воды преимущественно гидрокарбонатные по составу, минерализация от 3 до 10 г/л. Он может служить источником минеральных вод.



*Рис. 9 оз. Тагарское[21]*

Вторым по площади минеральным озером на юге Красноярского края является Озеро Тагарское (рис.9). Оно расположено в центральной части Южно-Минусинской котловины, которая возникла девонское время. Породы этой системы протянулись полосой в субширотном направлении, слагают приосевую часть Тагарской антиклинали. Они представлены средним и верхним отделами девона, слагающими северное крыло Тагарской антиклинали. Отложения среднего девона в пределах озерной долины залегают на глубине более 1300 м. Представлены в основном красноцветными алевритами, песчаниками,эффузивами, известняками. Трещиноватость отложений невысокая. Отложения верхнего девона в пределах озерной долины представлены тубинской свитой, Это в основном алевриты и песчаники, в которых встречаются прослой аргиллитов, конгломератов осадочных и метаморфических пород. Неравномерная трещиноватость толщи с глубиной уменьшается

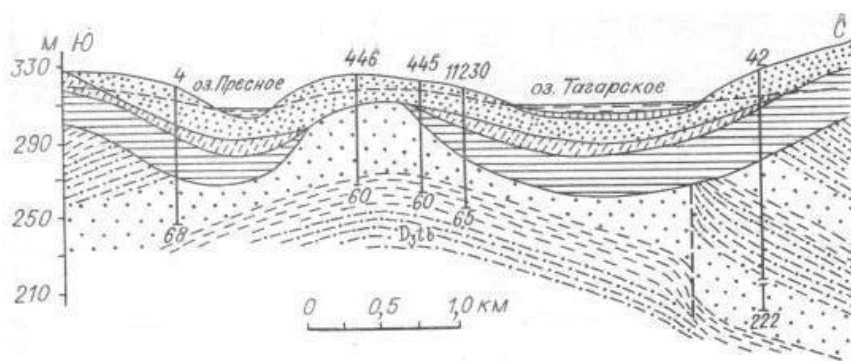


Рис. 10. Схематический геологический разрез долины оз. Тагарское[13].



Фациальная выдержанность отложений хорошая, общая мощность достигает 1300 м. Каменноугольная система в районе озера представлена нижним отделом. Породы слагают северо-западное крыло Тагарской антиклинали. В основном это песчаники, известняки, туфы, туффиты. Суммарная мощность толщи до 1000 м. На всей площади озерной долины скальные породы перекрыты рыхлыми четвертичными отложениями. Они представлены озерными, эоловыми и элювиально-делювиальными

разностями среднего, верхнего и современного отделов. Озерные отложения в районе оз. Тагарского представлены песчано-илистой толщей. В нижней части разреза преобладают глины. Общая мощность озерных отложений в центральной части долины достигает 80 м (рис.10), Практически все озеро покрыто донным илом, преобладают черный и серовато-черный. Илы обычно мягкие вверху, вниз по разрезу уплотняются. Максимальная мощность их в центральной части озера достигает 1,5 м, в направлении к берегам постепенно уменьшается до 0,7-0,8 м., а в береговой части не превышает 0,2 м. Донные илы являются ценными лечебными гязями, широко применяемыми на курорте. Средняя мощность залежей 0,7 м, а запасы составляют 360 тыс. м<sup>3</sup>[14].

По физическим свойствам наиболее качественные гязи залегают в центральной части озера. Здесь их влажность составляет 45-78 % , содержание органических веществ 5,3-5,6 % , засоренность частицами диаметром более 0,25 мм изменяется в пределах 0,7-5,5 % При этом минимальная она в центральной части озера, с уменьшением его глубины засоренность заметно возрастает, а в прибрежной зоне (на расстоянии от 50 до 200 м от берега) гязи вообще перемешаны с песком.. Преобладающими здесь являются сульфаты натрия и магния, соединения хлора и гидрокарбонаты. Наряду с ними присутствуют соединения алюминия, железа, силикаты, обнаружена также большая группа микроэлементов, в числе которых встречаются медь, серебро, цинк, свинец, стронций, титан, ванадий, марганец, присутствуют иод и бром. Эоловые отложения в озерной долине распространены довольно широко. Они представлены верхнечетвертичными и современными, мелкозернистыми серыми песками. На открытых участках верхняя часть песков подвижна и часто навевается; на территории Кривинского бора они закреплены древесной растительностью. Максимальная мощность

эоловых отложений южнее озера достигает 50-60 м. Элювиально-делювиальные отложения в районе оз. Тагарского развиты также довольно широко. Они покрывают склоны долины, ее днище. Представлены суглинками, супесями, щебнем, дресвой выветрелых пород. Их общая мощность достигает 5-7 м.

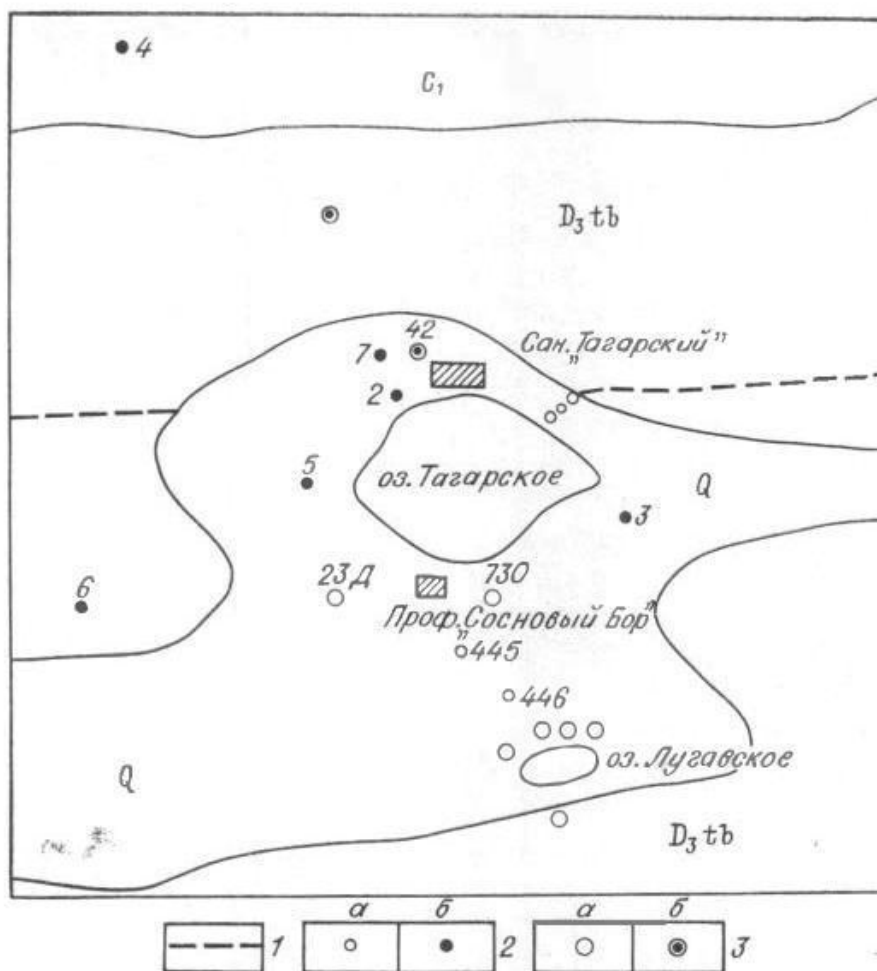


Рис.11 Гидрологическая карта района оз. Тагарское[13].

1-Тектонические нарушения 2- скважина режимная(а) разведочная(б)  
3 – водозабор пресных (а) минеральных (б) вод. Q- водоносный горизонт четвертичных отложений,  $C_1$  – водоносный комплекс

*нижнекаменноугольных отложений; D<sub>3tb</sub> - водоносный комплекс тубинской свиты верхнего девона*

Озеро Тагарское расположено в центральной части Южно-Минусинского артезианского бассейна. В пределах озерной долины и на прилегающих участках развиты водоносные горизонты четвертвечного возраста, отложений карбона и верхнего девона (рис.11). На больших глубинах в районе озера вскрыты так же отложения среднего девона. Значение таких водоносных горизонтов в формировании озера как лечебного существенно. Водоносный горизонт четвертичного возраста представлен озерным и эоловыми отложениями. Площадь их распространения и мощность неодинаковы. Озерные отложения развиты в районе самого озера и в северной части долины. Они представлены преимущественно песчано-илистыми отложениями, в толще которых встречаются прослойки суглинков и глин. Нижняя часть разреза представлена в основном глинами. Общая мощность обводненной толщи в центральной части долины достигает 40 м, в направлении к бортам долины она постепенно уменьшается. Водообильность этих отложений невысокая, вследствие чего в практических целях они почти не используются. Эоловые отложения развиты в южной половине озерной долины.

В южной и юго-западной ее частях они покрыты бором, а в юго-восточной, голые песчаные холмы, обычно лишённые растительности, в связи с чем они часто навеваются. Они представлены чаще всего тонкими кварцевыми песками, которые являются хорошими аккумуляторами атмосферных осадков. Вследствие чего нижняя часть толщи песков на равных участках долины, где подземный сток небольшой, обводнена. Мощность горизонта достигает 25-28м[15]. Водоносный комплекс нижнекаменноугольных отложений развит севернее озерной долины, в 3

км от озера. Он представляет собой южную часть небольшого артезианского бассейна, сложенного шестью водоносными горизонтами. Воды напорные, пресные по составу. Водообильность высокая, дебиты 15-30 м<sup>3</sup>/сут. достигают 10-15 л/с [19]. Водоносный комплекс широко используется для водоснабжения г. Минусинска и многих других населенных пунктов, расположенных севернее оз. Тагарского. Через всю озерную долину прослеживаются отложения тубинской свиты верхнего девона, представляющей собой один сложный по строению водоносный горизонт. Его общая мощность здесь достигает 1200 м. Водоносными являются трещиноватые песчаники, алевролиты и конгломераты. Аргиллиты на рассматриваемой площади практически безводны. Воды водоносного горизонта в верхней части толщи не напорные, с ее погружением напоры возрастают, водообильность неоднородная. Наибольшая она в верхней части толщи, где породы более выветрелые. Дебиты скважин достигают 3,3 л/с. С глубиной трещиноватость уменьшается, водообильность падает, дебиты скважин снижаются до 0,1 л/с. Питается водоносный горизонт тубинской свиты лишь за счет атмосферных осадков, вследствие чего его режим в верхней части толщи определяется интенсивностью их поступления и степенью нарушения естественного режима. Наиболее высокие уровни здесь отмечаются в конце лета и осенью, когда питание максимальное, наиболее низкие весной, перед снеготаянием. Годовая амплитуда колебания уровня небольшая [19].

С увеличением глубины залегания водообмен уменьшается, режим приобретает застойный характер, годовые изменения уровня, температуры и химического состава вод здесь незначительны. Минерализация подземных вод отложений тубинской свиты неоднородная. В верхней части толщи, где водообмен активный, она

ниже, изменяется от 0,54 до 2,75 г/л. По составу здесь воды сульфатные, гидрокарбонатные или хлоридные натриевые, кальциевые, магниевые. С глубиной минерализация возрастает. По скв. 7 на глубине 450 м она была 20,6 г/л. Согласно данным бурения на нефть, на Западно-Тагарской площади, юго-восточнее озера, по разведочной скв. Зр на глубине 728 м минерализация воды достигла 122 г/л, состав солей стал преимущественно хлоридный натриевый.

Водоносный комплекс среднего девона на площади озерной долины залегает на глубине более 1300 м. Он вскрыт и опробован также во время поисков нефти на Западно-Тагарской площади. Литологический состав толщи близок вышележащим отложениям верхнего девона, для нее характерно относительно невысокое содержание в разрезе песчаников. Водообильность отложений среднего девона низкая. Дебиты скважин не превышали 0,2 л/с. Для этого водоносного горизонта характерен слабый водообмен, вследствие чего минерализация его вод высокая (по данным скв. 1р в интервале опробования 1512-1580 м минерализация достигла 163,4 г/л). По составу вода хлоридная натриевая. В ней отмечается повышенное содержание брома - 0,25 и иода 0,013г/л



### **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЭКСКУРСИИ: ОЗЕРО УЧУМ КАК «ЖЕМЧУЖИНА» КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Экскурсия — (от лат. *excursion* — поездка) — такая форма организации обучения, при которой учащиеся воспринимают, осмысливают, и усваивают знания путем выхода (выезда) к месту расположения изучаемых объектов и непосредственного ознакомления с ними. Значение экскурсий определяется, прежде всего, приобретением прочных, осознанных знаний о посещаемых объектах экскурсии, формированием и совершенствованием умений и навыков, реализацией краеведческого принципа в обучении географии, Экскурсия в природу знакомит учащихся с объектами природы своей местности, способствует формированию навыков исследовательского характера, знакомит учащихся с методами географических исследований. Географические экскурсии— одна из форм организации учебно — воспитательного процесса в школе. На экскурсиях учащиеся встречаются с реальной действительностью, видят в естественной среде проявление тех связей, зависимостей и закономерностей, которые они изучали в помещении, приобретают практические умения и навыки, учатся вести наблюдения, замечать в местных географических объектах такие черты, признаки, на которые они ранее не обращали внимания.

В результате проведения экскурсий у школьников накапливается фактический материал, формируются образные и содержательные представления о природных и хозяйственных объектах, что является основой для изучения физико- и экономико-географических понятий, связей и закономерностей. Экскурсии— одно из средств связи обучения с жизнью, практикой. Их ценность определяется тем, что нового узнали учащиеся из самой действительности, какие умения и навыки приобрели.

Экскурсии способствуют развитию наблюдательности, формированию у школьников бережного отношения к природе и экологическому образованию. Различают программные и непрограммные, физико-географические, тематические и литературные экскурсии. Программные экскурсии так же обязательны для учителя и учащихся, как уроки. Основная часть учебных экскурсий проводится на природные объекты для изучения местных природных компонентов или комплексов и на местное промышленное предприятие. Проведение физико-географических экскурсий имеет свои особенности. Экскурсии организует и осуществляет учитель.

Учебные экскурсии могут проводиться до изучения новой темы для накопления фактического материала и зрительных впечатлений, во время изучения (формируются новые эмпирические и теоретические знания, а также умения у учащихся) или после изучения соответствующей темы с целью конкретизации, закрепления и углубления, полученных ранее знаний. Проведение учебных экскурсий в природу или в музей включает три этапа: подготовка к экскурсии учителя и учащихся; проведение экскурсии и работа на экскурсионных объектах; оформление полученного материала и его использование в учебной работе. Учебные экскурсии проводятся как перед изучением темы, так и после ее прохождения. Если экскурсия проводится перед изучением программного материала, то цель ее — создание необходимых представлений для формирования географических понятий на уроках. На экскурсиях, проводимых после изучения темы, проводится в основном закрепление, конкретизация, совершенствование знаний, выработка умений и навыков. Довольно трудно провести экскурсию, на которой учащиеся только повторяли бы и совершенствовали умения или, наоборот, приобретали одни новые знания. Исключения составляют отдельные кратковременные выходы

учащихся в природу или достопримечательности для подтверждения и иллюстрации изученных географических предметов и явлений. Поэтому наиболее распространенной формой является смешанная экскурсия.

По материалам моей дипломной работы мной была разработана экскурсия на тему: Озеро Учум как «Жемчужина» Красноярского края

**Цель:** Знакомство с уникальным природным комплексом оз. Учум

**Задачи:**

1. Знакомство с природными характеристиками оз. Учум
2. Знакомство с гидрологическим режимом оз. Учум
3. Выявить проблемы экологического состояния оз. Учум

**Характеристика экскурсии:**

1. Вид экскурсии:

- По содержанию: природоведческая, тематическая
- По месту проведения: загородная
- По способу проведения: автобусная
- По составу участников: 8 класс
- По продолжительности: 72 часа
- По протяженности: 41км
- По форме проведения: маршрут выходного дня

2. Степень новизны темы материала:

- Исследование интересных природных объектов (озера Учум). Изучение рельефа вокруг озера(горы: Маяк, Ужурская и Долгая Грива).
- Посещение краеведческих объектов (памятник жертвам Гражданской войны, краеведческий музей).

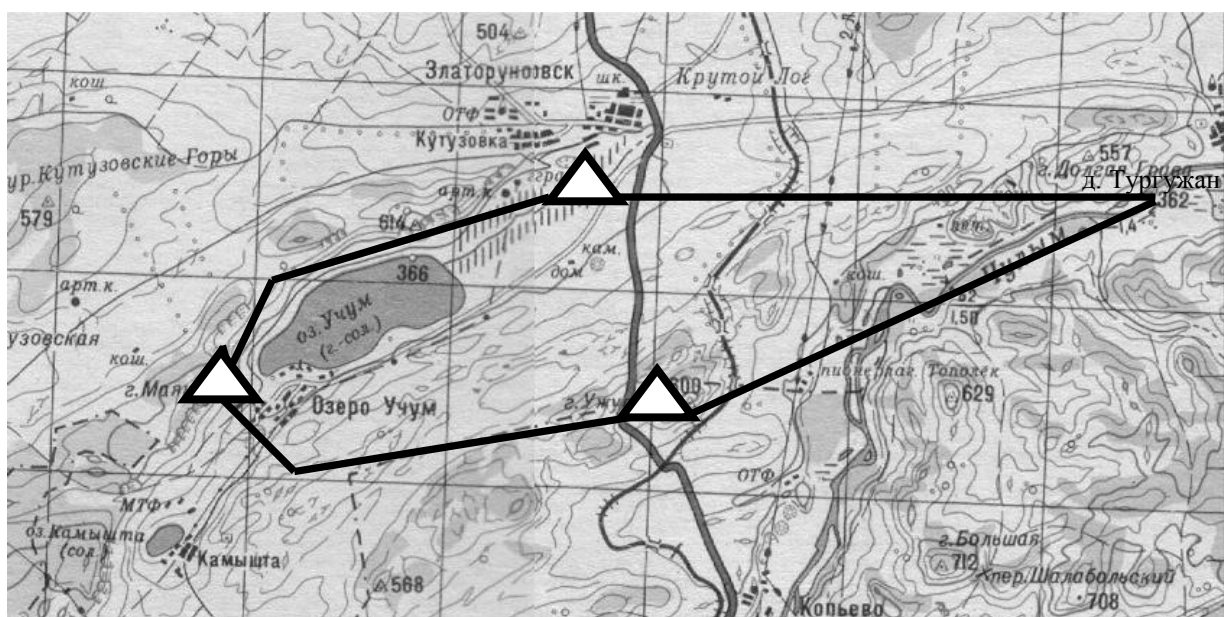
3. Время проведения экскурсии: июль.

### Сведения о маршруте

Вид экскурсии	Вид похода	Протяженность активной части похода	Продолжительность	Оптимальные сроки проведения
			общая	
Автобусная	Выходного дня	41 км	1	Июнь-август

#### *Пути подъезда и отъезда*

1. Поездом до ст. Учум, далее автобусом, до курорта «Оз. Учум». Поезда: Красноярск-Абакан (ч\з Ачинск); Москва-Абакан (от Ачинска). Примечание: маршрут можно начать от ст. Учум, но в этом случае маршрут будет пройден в обратном направлении.
2. Автобусом Красноярск - курорт «Оз. Учум» до конечной остановки.
3. Поездом до г. Ужур, далее автобусом, до курорта «Оз. Учум». Поезда: Красноярск-Абакан (ч\з Ачинск); Москва-Абакан (от Ачинска). Примечание: автобусы: Ужур - курорт «Оз. Учум» - 1 раз в неделю.
4. Проходящие автобусы.



Условные обозначения:

— Основной маршрут



Место остановки

*Рис.12 Схема маршрута*

Здравствуйте! Меня зовут Татьяна Владимировна

Сегодня мы отправляемся на экскурсию на озеро Учум, которое представляет собой уникальный природный комплекс. Территория озера Учум богата ценными природными ресурсами. Здесь располагается лечебный курорт «Озеро Учум», известный бальнеологический и грязелечебный центр.

*Общие сведения о районе экскурсии*

Маршрут экскурсии проложен в южной части Ужурского района. Часть маршрута проложена по проселочным дорогам, часть по тропам и траве на открытой местности. Началом и окончанием маршрута является

поселок Озеро Учум. Поселок расположен на южном берегу одноименного озера. Озеро Учум – горько-соленое, вода и грязь обладают лечебными свойствами. Рядом с поселком расположен курорт «Озеро Учум». Место удобное для отдыха, как на курорте, так и в палаточных лагерях. Маршрут имеет целью показать живописные окрестности, удобен любителям рыбалки, интересен для краеведов. В районе маршрута расположены несколько населенных пунктов: Оз. Учум, Тургужан, Прилужье, Златоруновск. Это позволяет не делать запасов продуктов на весь маршрут, а пополнять его в пути. Промежуточными пунктами маршрута являются: гора Ужурская (600), река Чулым, гора Долгая Грива, д. Тургужан, с. Златоруновск. На схеме обозначены два варианта возвращения в п. Озеро Учум. Первый вариант предусматривает возвращение с маршрута напрямую, второй вариант рассчитан на посещение п. Златоруновск и экскурсию в краеведческий музей. В этом случае в Златоруновске можно заночевать, чтобы этом месте неширокая, не более 20 м. Скорость течения – около 1,5 м/с. Берег пологий, каменистый, местами – песчаный. Вход в воду пологий. Во время купания следует соблюдать осторожность, т.к. выход из воды затруднен течением. Река богата рыбой, представляет интерес для любителей рыбной ловли. последний участок пути не оказался слишком длинным и утомительным.

*(Описание природы до г. Ужурской).*

Описываемая территория находится в области сочленения четырех крупных геотектонических структур юга Сибири – восточного склона антиклинория Кузнецкого Алатау, Батеневского кряжа, Солгонского кряжа и Чулымо-Енисейской впадины Минусинского межгорного прогиба. Геоморфологическое строение района определяется сочленением тех же

четырёх орографических структур и примыкающей к ним Чулымо-Енисейской котловины. Почвы долины озера относятся к Ужуро-Новоселовскому округу Западно-присянской провинции.

*В гидрогеологическом отношении* район курорта расположен в пределах краевой части Чулымо-Енисейского артезианского бассейна, приуроченного к Солбатскому прогибу Чулымо-Енисейской котловины. Чулымо-Енисейский (в некоторых источниках – Северо-Минусинский) артезианский бассейн в свою очередь расположен в центральной части, обширной и сложной по строению Алтае-Саянской гидрогеологической области.

Гора Ужурская (600) расположена на административной границе Красноярского края и Республики Хакасия. На автотрассе Красноярск – Абакан, проложенной рядом с горой Ужурская, находится знак, обозначающий эту границу. С другой стороны горы, у подножья, проходит железная дорога Красноярск – Абакан. С горы открываются виды на ст. Копьево, р. Чулым, оз. Учум. Примерно в 3 км восточнее горы Ужурская в советские времена находился пионерский лагерь «Тополек». Теперь на этом месте с трудом можно отыскать его признаки.

В этих местах во время Гражданской войны шли бои. Местные краеведы обнаружили следы этих боев и в 2007 г. установили памятник жертвам Гражданской войны. Памятник расположен на горе, находящейся примерно в двух км.к северо-востоку от горы Ужурская.

*(г. Ужурская, р. Чулым, Долгая грива д.Туругуджан, пос. Златоруновск)*

*Рельеф.* Чулымо-Енисейская котловина со всех сторон ограничена горными поднятиями: на севере – Солгонским, на юге – Батеневским кряжами, на востоке – Беллыкским Белогорьем и отрогами Восточного Саяна, на западе – отрогами Кузнецкого Алатау. Общая длина ее более 150 км, ширина 60 км. Морфологические черты указанных

орографических структур резко различны. Кузнецкий Алатау характеризуется глубокорасчлененной поверхностью и имеет черты типичной горной страны. Главными формами рельефа Кузнецкого Алатау являются долины и водораздельные хребты.

В восточной части Кузнецкого Алатау и на его отрогах ярко выраженная ярусность рельефа [3]. Чулымо-Енисейская котловина отделена от Назаровской на севере и Сыдо-Ербинской на юге – горными «перемычками»: Солгонским и Батеневским кряжами.

Обрамляющие котловину с юга и востока горы Батеневского кряжа и Беллыкского Белогорья в основном приурочены к Батеневскому антиклинорию. Граница котловины на юге проходит по зоне тектонических разломов (рис. 4), которая выражена в современном рельефе в виде резкого уступа депрессии, занятой древней долиной. Для современного рельефа Батеневского кряжа характерны мягкие очертания склонов, выположенность водоразделов.

В северо-западной части котловины преобладает полого-холмистый рельеф. Это гряды гор с пологими вершинами и задернованными склонами, разделенные плоскими, широкими и неглубокими ложбинами. В центре впадины, где находится озеро Учум, полого-холмистый рельеф сменяется куэстовым [4].

*Климат* Чулымо-Енисейской межгорной впадины определяется положением в центральной части Северной Азии, среди горных систем Алтае-Саянской области и отличается более высокой теплообеспеченностью и меньшей влагообеспеченностью.

Циркуляция атмосферы имеет четко выраженный сезонный характер. Формирование барических образований (зимой – азиатского антициклона, летом – барической депрессии) происходит при взаимодействии термических, динамических и орографических факторов.



Последний фактор способствует стоку и накоплению холодного воздуха во впадине, постепенному увеличению давления[3]. .

Максимально повышенное давление проявляется в ноябре – январе. В целом зимой повторяемость антициклона составляет до 26 дней в месяц. Ослабление антициклона (обычно непродолжительное время – до 3–7 суток) приводит к установлению северо-западной циклонической циркуляции.

Осадки составляют 300 – 400 мм в год. Но ниже к низкогорью количество осадков увеличивается до 500 – 600 мм. Максимальные осадки в июле-августе, минимальные (от 16 до 50 мм) в холодный период. Годовое количество осадков колеблется от 493 до 155 мм[4].

Снежный покров держится 160 – 170 дней. Высота снежного покрова в зависимости от типа растительного покрова (лес, степь) колеблется от 17 – 25 мм до 44 – 54 мм. Устойчивый снежный покров образуется в первой – второй декадах ноября, а нарушается в середине апреля[3].

Что касается климатических условий района курорта «Озера Учум», то имеющиеся специальные отчеты о микроклиматических исследованиях, выполненных непосредственно на курорте, и данные метеостанции Ужур (1960 – 1970 гг.) позволяют характеризовать климат долины озера, как *резко континентальный*. Резко континентальный климат связан с удаленностью рассматриваемой территории от Атлантического океана, а также с высокими горными массивами, отделяющими ее от западных и юго-западных воздушных течений.

Гора Долгая Грива (557) расположена на берегу р. Чулым в 2-х км.выше по течению от д. Тургужан. У подножья горы расположена кошара, на близлежащих лугах производится выпас скота, до горы можно пройти по проселочной дороге. Гора покрыта мелкотравьем, имеет

довольно крутые склоны, однако подняться на нее можно почти с любой стороны. С вершины можно полюбоваться живописными видами окружающей природы.

В советские времена в с. Златоруновск был овцеплемсовхоз, который славился на всю страну своими овцами. Работа златоруновцев была отмечена наградами на выставке достижений народного хозяйства (ВДНХ). Память о достижениях той поры осталась в названии села и в местном краеведческом музее. Музей имеет довольно богатую, разнообразную, интересную экспозицию.

*Почвы* долины озера относятся к Ужуро-Новоселовскому округу Западно-присяянской провинции. Ужуро-Новоселовский округ – горно-котловинный с обыкновенными и выщелоченными черноземами, серыми лесными и лугово-черноземными почвами с участием полугидроморфных солонцов и луговых солончаков. Отличительной особенностью округа является значительное участие в формировании почвенного покрова обыкновенных черноземов (средне-гумусных, средне- и маломощных суглинистых), а также наличие на низких террасах озер и в депрессиях почвенных комплексов лугово-черноземных, лугово-черноземных солонцеватых почв и полугидроморфных солонцов. В пределах Ужурского административного района отмечаются небольшие массивы лугово-черноземных засоленных почв в комплексах с луговыми солончаками.

*Растительный покров* данной местности не очень богатый, относится к Минусинской провинции, которая представлена одной северной остепненно-лесной подпровинцией, охватывающей северную часть Минусинской межгорной впадины – Назаровскую и Чулымо-Енисейскую котловины. Западной границей подпровинции являются покрытые березово-лиственничными лесами хребты Кузнецкого Алатау,

восточной границей – хребты Восточного Саяна, на наветренных склонах, которых преобладает темнохвойная тайга. На севере подпровинция переходит в Обь-Иртышскую провинцию Западно-Сибирской болотно-таежной области. Такое географическое положение определяет распространение относительно ксероморфной растительности, способной произрастать и при недостатке влаги, переносить длительную засуху.

В целом, растительный покров невысокий и разреженный. Степь, обычно бесцветная в засушливые периоды, сильно преобразуется весной, во время частых дождей. Она сильно оживляется, зеленеет, расцветает разными красками, быстро и бурно вырастает степное разнотравье. В пониженных формах рельефа, где влаги больше, наряду с ксерофитами произрастают влаголюбивые растения.

*Животный мир* степной части долины озера, несмотря на бедную растительность и высокую освоенность, довольно разнообразен. Здесь встречаются заяц-беляк и заяц-русак, лисица, хорек, ласка, горностай, ондатра, суслик. В зимнее время из тайги в озерную долину выходит косуля, иногда появляется волк. Из постоянно живущих птиц встречаются куропатки, вороны, воробьи, синицы, свирели. Помимо них в теплое время года на озере появляются утки, журавли, гуси, а в степи живут ястребы, коршуны, жаворонки. В лесах и защитных полосах обычно много дроздов, скворцов, мухоловок, синиц, корольков, и других пернатых. Нередко в долине озера встречаются пресмыкающиеся. Прыткая ящерица любит обочины дорог, склоны оврагов и холмов, заросли кустарников. Узорчатый полоз, обычный щитомордник, гадюка – ядовитые змеи южных ландшафтов степи [9].

(Пос. Златоруновск, берег озера Учум, г. Маяк)

Как и другие озера, озеро Учум известно с глубокой древности. Впервые на него обратил внимание общественности академик П. С.

Паллас, посетивший его в 1770 году. «У горы лежит солено-горькое озеро Учум», – писал он в своих путевых заметках.

В 1864 году профессор К. Гревинг в описании путешествия сибирской экспедиции Русского географического общества упоминает и о минеральном озере Учум. Более широко лечебные свойства озерной воды и грязей стали известны в конце прошлого века.

Первым ученым-медиком, посетившим озеро летом 1892 г., был профессор Томского университета П. В. Буржинский. Он исследовал озеро и его воду. Постепенно известность озера росла, и в конце прошлого века на нем стали лечиться не только местные жители, но и приезжие из других городов Сибири.

Несмотря на уже довольно широкую известность, в 1907 году, по сообщению студента-медика П. П. Солдатова, курорт Учум был небольшой и имел неприглядный вид. Минеральное озеро находится в одной из долин северо-западной части Чулымо-Енисейской (в некоторых источниках –Чебаково-Балахтинской или Северо-Минусинской) котловины.

Озеро Учум имеет овальную форму. Площадь его водной поверхности составляет 4,21 км<sup>2</sup>. Берега на большом протяжении песчано-щебенистые, в восточной стороне на отдельных участках заболоченные. Длина – 4 километра, ширина – 1,7 километра. Озеро имеет воронкообразную форму дна, увеличение глубины происходит постепенно. Более мелкой является его восточная часть, где талыми и дождевыми водами ежегодно вносится значительное количество песчано-илистого материала. Глубина в отдельных частях озера достигает 7,3 метров.

Минеральное озеро Учум обязано своим происхождением мощным выходам подземных вод, определяющим химический состав озерной воды. Подземные воды, выклиниваясь вдоль берегов озерной котловины,

участвуют в вводно-солевом питании минерального озера, создают в береговой зоне топкие полосы, на дне формируют известковые конкреции, а вдоль берегов кочкарники, а также влияют на засоление почв.

*Водоносный горизонт четвертичных отложений* распространен главным образом в центральной части озерной долины, примыкает непосредственно к озеру. Мощность горизонта невелика (не превышает 5 – 8 метров), фильтрационные свойства песков низкие, вследствие чего в практических целях он не используется и на режим озера заметного влияния не оказывает.

Ниже по разрезу залегает водоносный горизонт *тубинской свиты*. В пределах озерной долины он развит в ее северной части, примыкает непосредственно к северному берегу озера Учум. Водовмещающие породы горизонта представлены трещиноватыми песчаниками и прослоями известняков, гравелитами и аргиллитами. Относительным водоупором являются гравелиты. Воды пластово-трещинные, от слабонапорных до напорных.

Водную массу озера Учум составляет щелочная рапа озера. *Рапа* - насыщенная солями вода минеральных озер. Минеральный состав воды интересен тем, что отражает результат взаимодействия воды с другими средами жизни. Протекая по разнообразным горным породам, они взаимодействуют с окружающей средой и изменяют свои свойства и состав. Общее содержание растворенных в подземных водах веществ принято называть *общей минерализацией воды*.

К настоящему времени опубликовано много классификаций подземных вод по их минерализации и химическому составу.

- 1) *пресные* – с общей минерализацией до 1 г/л;
- 2) *солончатые* – от 1 до 10 г/л;

3) *солёные* – от 10 до 50 г/л;

4) *рассолы* – свыше 50 г/л.

В настоящее время курорт «Озеро Учум» современный, обустроенный, многопрофильный лечебный центр. Рядом с п. Озеро Учум с севера на юг протянулась горная гряда. Самая высокая точка гряды – г. Маяк является объектом частого посещения местными жителями и приезжими. На вершине растёт дерево, на ветвях которого висят цветные ленты, различные предметы на счастье. Это местная традиция. На вершину можно подняться двумя способами: от поселка напрямую по крутому склону; от озера по относительно пологой тропе на гряду, затем по верху – на г. Маяк.

*Экологическое состояние.* Если не изменить ситуацию на берегах Учума, озеру угрожает экологическая катастрофа. Требуется срочное решение вопроса использования целебных илов, залегающих в озере Учум на больших глубинах. Их запасы действительно велики (около 18 млн м<sup>3</sup>), и организация добычи позволит обеспечить ими практически все лечебные центры края на многие годы[8].

Для курорта большой проблемой является водоснабжение. Отсутствие в достаточном количестве питьевой воды в значительной мере сдерживает его дальнейшее развитие. Безусловно, является отвод за пределы озерных долин сточных вод. Для перспективного развития курортного дела и охраны озера Учум важное значение имеет заселенность самого курорта.

Под действием природных и искусственных факторов озеро Учум непрерывно меняется, сложная естественная жизнь сегодня сильно нарушена, что вызвало, в свою очередь, ряд негативных явлений. Главнейшими из них являются, безусловно, загрязнение водоема и нарушение водного баланса. Основную роль, конечно, играет климат.

Судя по ныне установленным закономерностям, климат можно ожидать сравнительно мягкий, теплый, лето более сухое, жаркое. Озеро может несколько уменьшиться в размерах, соленость воды увеличится, что в свою очередь благоприятно для лечебных целей. Однако влияние искусственных факторов на жизнь озера в наши дни настолько возросло, что они изменили природный режим водоема, преобразили его внешний вид.

Озеро Учум расположено в сравнительно небольшой бессточной котловине, где различная бытовая деятельность и сельскохозяйственная деятельность ведутся довольно интенсивно, что и повлекло загрязнение водоема. Охранные мероприятия осуществляются здесь не в полной мере, как по объему, так и по составу необходимых работ.

Серьезную угрозу озеру представляет уже давно начавшееся нарушение его природного режима, прежде всего это касается его водного баланса. Непрерывный искусственный подъем его уровня, влечет за собой уменьшение минерализации озерной воды, изменение его химического состава, состава лечебных грязей, и в конечном итоге, ухудшение лечебных свойств озера. Наиболее сильное влияние при этом оказывают пахотные работы, разрушающие структуру почвы[7]. Одной из главных причин упущений в охранно-профилактической работе по озеру есть – отсутствие у курорта необходимых прав.

Охранные зоны для курорта были разработаны Центральным институтом культурологии и физиотерапии еще в 1975 году. Потенциальные возможности озера Учум как целебного источника очень велики. Большие запасы целебной воды и грязей, хорошие природно-климатические условия, доступность позволяет в значительной мере расширить лечебное дело. Однако, это возможно лишь при решении имеющихся проблем. Проблемой также остается большое количество

самостоятельно лечащихся больных. От большого количества этих посетителей остается много мусора, нечистот, губится растительный покров.

В январе 2005 года была построена котельная на твердом и жидком топливе вблизи лечебного и грязевого озера. По данным независимой экологической экспертизы, еще через несколько лет озеро погибнет от выбросов в атмосферу вредных веществ, осевших на водную гладь озера[1].

Отдыхающим, да подчас и самим жителям, закон не писан. Автомобили подъезжают прямо к озеру, «дикари» и любители шашлыков без зазрения совести устраивают привал. Далее положение еще более усугубилось. В течение сезона муниципальное предприятие «Энергия» чистило накопившиеся залежи. На другом берегу облагородили массовый отдых. У главы местной администрации продумана своя стратегия. Во-первых, необходимо создать зону отдыха за пределами двух санитарных зон, что требует серьезных финансовых вложений. К тому же, для создания проекта и воплощения идеи в жизнь нужен профессиональный подход специалиста по туристическому отдыху, которого, разумеется, в штате администрации нет. Во-вторых, на берегах озера должны проводить регулярные проверки инспекторы природоохранных и надзорных органов, возможно, совместно с полицией.

По завершению экскурсии подводятся итоги наблюдений, за природным комплексом оз. Учум. Итоговым заданием по окончании является разработка в малых группах памятки-листочка: "Сохрани природу оз. Учум". Данное задание воспитывает коммуникативные навыки у учащихся, а также воспитывает бережное отношение к природе и чувство ответственности за сохранение окружающей среды.



## Заключение

В соответствии с поставленной целью было выявлено место изучения минеральных вод Красноярского края в школьном курсе. В ходе написания дипломной работы были сделаны следующие выводы:

1. Дана общая характеристика минеральных вод, в соответствие с которой к минеральным водам относятся подземные и поверхностные природные воды с общей минерализацией свыше 1 г/л, которые используются в лечебных и промышленных целях. Лечебными называются такие воды, которые вследствие своих физических и химических особенностей оказывают благотворное целебное воздействие на человеческий организм: например, углекислые, сероводородные и др. К промышленно-ценным относятся воды, из которых могут быть извлечены компоненты, полезные в народном хозяйстве (поваренная соль, бром, йод, бор и др.)
2. Изучены особенности распространения минеральных вод. Распространены минеральные воды на территории Красноярского края крайне неравномерно, подавляющее их большинство находится в южной, засушливой и степной части края. Химический состав вод пестрый, в широких пределах изменяется минерализация.
3. Разработана экскурсия озеро Учум как «жемчужина» Красноярского края для программы общеобразовательной школы. Материал данной работы может использоваться в школьном курсе географии в 8 классе при изучении темы «Подземные воды», а также во внеклассной работе для более углубленного изучения минеральных вод Красноярского края при проведении экскурсии озеро Учум как «жемчужина» Красноярского края.
4. Проведенный в дипломной работе анализ минеральных вод Красноярского края позволяет говорить, что были рассмотрены основные вопросы о минеральных водах, об их классификации, особенностях химического состава, газового и температурного режима, условиях образования,

закономерностях залегания и распространения на территории Красноярского края и разработан методический материал для применения в школьном курсе географии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Басков А.А., Кожеко С.В. Особо охраняемые природные территории Красноярского края: Учебно-методическое пособие. - Красноярск: РИО ГОУ КГПУ, 2014.-240 с.
2. Басков Е.А. и др. Минеральные воды//Гидрология СССР. Под ред. Зайцева И.К.-Москва: Недра,1972-Т.18:Красноярский край и Тувинская АССР.- 306-326с.
3. Безруких В.А., Кириллов М.В. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии: Учебное пособие-Красноярск:Кн.изд-во,1993-С.18-91.
4. Безруких В.А., Кириллов М.В. Физическая география Красноярского края и республики Хакасии. Хрестоматия: Учебное пособие.- Красноярск:Кн.изд-во.1995.-С.131-142.
5. Гаврилина Г.Б. Гидрологические и геотермические условия Минусинского межгорного прогиба//Труды лаборатории гидрогеологических проблем.Т.39.-Москва: АН СССР,1962.-С.133-174.
6. Горшков Т.К., Якушова А.Ф. Общая геология. Издание третье: Учеб.для географ. Спец.вузов.-Москва: изд-во МГУ,2011.-С.180-291.
7. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Красноярского края в 2001году».ГУПР МПР по Красноярскому краю.-Москва:НИА-Природа,РЭФИЯ,2012-С.37-126.
8. ДжабароваН.К.Комплексная курортологическая оценка природных лечебных факторов озера Учум с целью расширения лечебной базы здравницы.-Томск:Томский НИИ курортологии и физиотерапии,1999.-38с.
9. Кириллов М.В. Природа Красноярского края и ее охрана.- Красноярск:Кн.изд-во,1983.-С.24-109.

10. Кирюхин В.А. Общая гидрогеология: Учебник/ Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2012. 230-250с
11. Кирюхин В.А., Толстихин Н.И. Региональная гидрогеология. Учебник для вузов/Недра, Москва, 1987 г., 270-289 стр.
12. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии: Учеб. Для географ. Спец вузов.-Москва: Высш.шк., 1991. – 120-140 с.
13. Кривошеев А.С., Хасанов А.П. Лечебные озера Красноярского края. - Красноярск: Кн. изд-во, 2011. – 3-21, 92-143 с.
14. Кусковский В.С., Кривошеев А.С. Минеральные озера Сибири (юг Красноярского края). Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1989. – 5-55, 134-195 с.
15. Курорты и минеральные источники Красноярского края/Шуб В.А., Арнольд А.П., Соловьева Л.С., Турганинов В.И. – Красноярск: Кн. изд-во , 2010. – 14-19, 83 с.
16. Природные ресурсы Красноярского края (аналитический обзор) / под ред. Якимова А.М. – Красноярск: КНИИГиМС, 2013. -218 с.
17. Путеводитель по природным водам полигона учебных геологических практик в Северной Хакасии / Копылова Ю.Г. и др. – Томск: Изд-во ТПУ, год издания не указан. – 152 с.
18. Солдатов П.П. Озеро Учум. – Томск: изд-во Томского ун-та, 1909. – 16 с.
19. Шуб В.А. Лечебные(минеральные) озера и грязи // Гидрогеология СССР. Том 18. Красноярский край и Тувинская АССР. Москва: Недра, 1972. – 326-332 с.
20. [geographyofrussia.com](http://geographyofrussia.com)
21. [my.krskstate.ru](http://my.krskstate.ru)