

На правах рукописи



Монголина Татьяна Александровна

Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатора природно-техногенного состояния территории

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск – 2011

Работа выполнена на кафедре геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент,

Барановская Наталья Владимировна

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор **Попов Виктор Константинович**

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент **Коваленко Сергей Иванович**

Ведущая организация: ОАО «Томскгеомониторинг»

Защита состоится «22» декабря 2011 года в 16⁰⁰ часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.269.07 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, I корпус ТПУ, ауд. 111.

С диссертацией можно ознакомиться в научной технической библиотеке Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (634050, г. Томск, ул. Белинского, 55)

Автореферат разослан «21» ноября 2011 г.

Ученый секретарь Совета по защите
докторских и кандидатских диссертаций



С.И. Арбузов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Питьевая вода является одним из основных поставщиков химических элементов, потребляемых человеком. По данным ряда авторов (Горбунов, 1990; Новиков, Сайфутдинов, 1981, Онищенко, 2004; и др.) качество питьевых вод во многом определяет состояние здоровья населения. Так, результаты исследований (Волкотруб, 2003; Башкин, 2004; и др.) показали, что потребление некачественной питьевой воды приводит к нарушению в деятельности систем кровообращения, мочеполовой и эндокринной систем организма человека, к возникновению онкологических заболеваний, мочекаменной болезни, сердечным патологиям. На сегодняшний день существуют рекомендуемые пределы содержания компонентов в питьевой воде (Шварцев, Копылова, 2001), а также ряд ГОСТов и нормативов (ГОСТ 2874-82; ГОСТ 2761-84; «Нормативы...», 1996; Барвиш, Шварц, 2000). Однако, не проводится оценка долговременного, «хронического» поступления химических элементов в организм человека. Исследования показали (Рихванов, 1997, 2009; Языков и др., 2002, 2006; Тапхаева и др., 2010; Монголина и др., 2011), что весьма информативным объектом для этих целей является накипь (солевые отложения), образующаяся в нагревательных приборах при многократном кипячении. Этот субстрат является депонирующей средой, поскольку имеет значительное время накопления, и, по нашему мнению, отражает качество питьевых вод употребляемых населением в течение длительного времени. Кроме этого, данный материал сравнительно легко отбирается, что делает метод весьма экспрессным.

Актуальность работы в этом направлении определяется также малой изученностью данного природного образования в целом и его элементного состава в частности, и тем, что появляется новая возможность использования информации о составе накипи для дифференциации территории по степени экологического благополучия и для выявления природных геохимических аномалий, что было показано на примере Томского района (Языков и др., 2004; Рихванов и др., 2006, Патент №2298212).

Цель работы. Изучить возможность использования геохимических показателей накипи питьевых вод Томской области в качестве индикаторов состава потребляемой населением воды и наличия на территории природно-техногенных аномалий.

Задачи исследований:

1. Изучить особенности вещественного состава накипи питьевых вод из бытовой посуды жителей Томской области, установить ее качественные характеристики;
2. Оценить уровни накопления элементов и особенности их распределения в солевых отложениях (накипи) питьевых вод территорий с разной природно-техногенной обстановкой;
3. Изучить природные карбонатные аналоги (травертины) этих образований, сравнить их минеральный и вещественный состав;

4. Выявить, на примере урана, закономерности накопления элементов в системе накипь-вода;

5. Установить специфику элементного состава накипи разных водоносных горизонтов;

6. Провести районирование территории по уровню накопления элементов в солевых отложениях питьевых вод.

Защищаемые положения:

1. Уровни накопления 27 изученных химических элементов в солевых отложениях (накипи) питьевых вод отражают как природную специфику вод, так и степень их техногенной трансформации. Региональная особенность территории Томской области в отличие от других регионов проявляется в повышенном содержаниями в солевых отложениях питьевых вод таких элементов, как Fe, Co, Ag, Sb, Au, Th; в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла (Томск-7, Челябинск-65) спектр и уровни накопления элементов близки между собой и для них характерно присутствие Br, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf.

2. Солевые отложения (накипь) питьевых вод неоген-четвертичных отложений и более глубоких горизонтов имеют принципиальные отличия по химическому составу. Накипь питьевых вод верхних водоносных горизонтов в большей степени накапливает элементы, связанные с техногенной трансформацией исследуемой территории (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Cs), тогда как накипь из более глубоких водоносных горизонтов отражает геохимическую и металлогеническую специализацию региона.

3. Радиогеохимические особенности солевых отложение питьевых вод (накипи) заключаются в том, что они характеризуются средним содержанием урана 2 мг/кг, тория 0,1 мг/кг, при величине торий-уранового отношения 0,05. Пространственное распределение естественных радиоактивных элементов носит неоднородный характер, и максимальные уровни накопления урана (> 6 мг/кг) совпадают с зонами, перспективными на выявление уранового оруденения гидрогенного типа, и в ряде случаев представляют реальную экологическую опасность.

Научная новизна:

- впервые получены данные о среднем элементном и минеральном составе солевых отложений питьевых вод на территории районов Томской области;

- выявлены региональные особенности накопления элементов в сравнении с другими областями (Иркутская, Челябинская);

- установлены закономерности в изменении уровней накопления элементов в солевых отложениях (накипи) питьевых вод разных глубинных горизонтов, обусловленные действием природно-техногенных факторов;

- установлены закономерности миграции урана в системе вода-накипь питьевых вод;

- выявлена эколого-геохимическая специфика районов Томской области на основе изучения элементного состава накипи питьевых вод с прогнозом наличия природных геохимических аномалий.

Практическая значимость. Проведено районирование Томской области по уровню накопления микроэлементов в солевых отложениях питьевых вод, что позволило оценить качество используемых питьевых вод и тем самым спрогнозировать участки экологического неблагополучия, что дает возможность разрабатывать превентивные мероприятия по снижению заболеваемости в этих и других районах.

Пространственные ореолы накопления урана в солевых отложениях питьевых вод свидетельствуют о перспективах выявления уранового оруденения, вероятно инфильтрационного типа в восточной части Томской области (Зырянский, Тегульдетский, Верхнекетский р-ны), а также благороднометального оруденения (Зырянский и др. р-ны).

Материалы, полученные в процессе выполнения работы, использовались при проведении занятий по курсам «Геоэкологический мониторинг», «Медицинская геология», «Биогеохимическое картирование» и др., а также при написании курсовых и дипломных работ студентами специальности «Геоэкология».

Фактический материал и методы исследования. В основу работы положены фактические данные, полученные на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в процессе исследований в регионе (1993-2011 гг.), в том числе при непосредственном участии автора с 2007 по 2011 г. Общее количество проб солевых отложений из бытовой нагревательной посуды составляет **398**, из них 319 проб по Томской области, 64-Иркутская область, 15-Челябинская область. Проанализированы **84** пробы питьевой воды и **5** проб травертинов. Общее количество исследованных проб составляет **466**.

Для того, чтобы установить возможность использования элементного состава накипи в качестве индикатора состояния окружающей среды использовались следующие методы анализа: инструментальный нейтронно-активационный, рентгеноструктурный, лазерно-люминесцентный, спектрофотометрический, лазерный спектральный микроанализ, электронная микроскопия. Все аналитические исследования проведены в аттестованных и аккредитованных лабораториях Томского политехнического университета, г. Томск и СФ «Березовгеология» ФГУП «Урангеологоразведка» МПР России, г. Новосибирск. Основной спектр определяемых химических элементов проводился методом инструментального нейтронно-активационного анализа. Осуществлялся внутренний и внешний контроль (рис. 1).

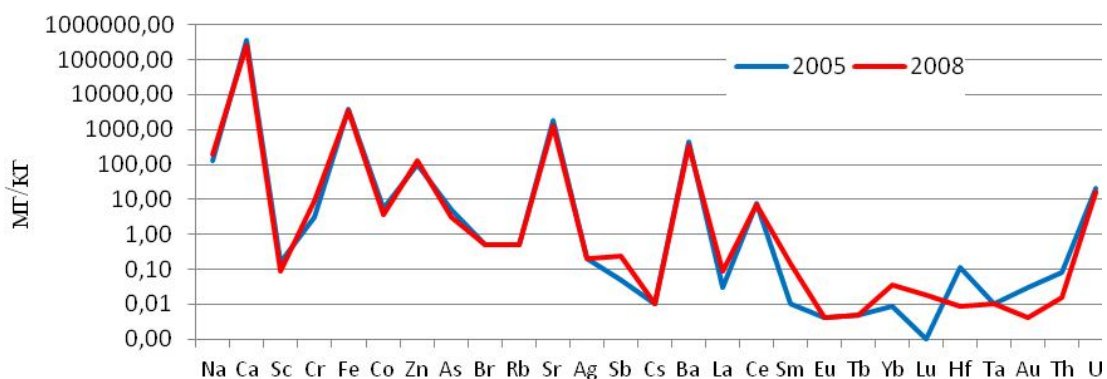


Рис. 1. Внутренний контроль инструментального нейтронно-активационного анализа

Апробация работы и публикации. Результаты работы по теме диссертации докладывались на научно-практических и международных конференциях «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск, 2006 г.), «Тяжелый металлы и радионуклиды в окружающей среде» (Семипалатинск, 2008 г.), «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2006-2011 гг.). Автором опубликовано 8 статей по теме диссертации, в том числе одна статья в журнале, рекомендованном ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 143 страниц состоит из введения, 10 глав, выводов и списка литературных источников из 98 наименований. Работа содержит 12 таблиц и 81 рисунок.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы и проведенных исследований. Определены цели и задачи диссертационной работы, изложены основные результаты, обозначен вклад автора в исследования по данной теме, отражена научная новизна работы и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе обсуждаются ранее проведенные работы по изучению осадков в теплотехнических системах, отложения, образующиеся в системах водоснабжения, а также первые исследования элементного состава накипи питьевых вод, проводимых на территории Томского района.

Во второй главе описана природно-климатическая, геологическая, гидрогеологическая и геоэкологическая характеристика территории Томской области. Приведен качественный состав подземных вод основных водоносных горизонтов согласно литературным данным.

Третья глава содержит сведения о материалах и методах аналитических исследований.

В четвертой главе описывается процесс накипеобразования.

В пятой главе приводится вещественный состав накипи питьевых вод Томской области, определенный методом электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа.

Шестая глава посвящена элементному составу солевых отложений питьевых вод Томской области

В седьмой главе рассматривается различие в элементном составе накипи неоген-четвертичного и палеогенового водоносных горизонтов подземных питьевых вод Томского региона.

В восьмой главе приведена структура геохимического поля в отдельных районах Томской области по данным изучения солевых отложений

В девятой главе рассмотрены радиогеохимические особенности солевых отложений, представлено поведение урана в системе вода-накипь.

В десятой главе приводится анализ ситуации по заболеваемости населения и проводится сопоставление с данными по элементному составу накипи питьевых вод.

В последней главе приведены **выводы** по результатам проведенных исследований.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научному руководителю доценту, кандидату биологических наук Наталье Владимировне Барановской, под руководством которой собирался и обрабатывался материал со студенческой скамьи. За научное сопровождение и методическую помощь на всех этапах подготовки работы автор благодарен профессору, доктору геолого-минералогических наук Леониду Петровичу Рихванову. Искреннюю благодарность автор приносит сотрудникам кафедры геоэкологии и геохимии: за ценные советы и рекомендации профессорам, д.г.-м.н. Языкову Е.Г., д.г.-м.н. Арбузову С.И., доценту, к.г.-м.н. Домаренко В.А., за помощь в проведении эксперимента доценту, к.х.н. Осиповой Н.А., за консультации при статистической обработке результатов доцентам к.г.-м.н. Ершову В.В., к.г.-м.н., Соболеву И.С., за чуткое руководство при выполнении рентгеноструктурного и лазерного микроанализа заведующему лабораторией Бабченко Г.А., за проведение инструментального нейтронно-активационного анализа аналитикам с.н.с. Судыко А.Ф., Богутской Л.В., за помощь в проведении исследований на электронном микроскопе доценту к.г.-м.н. Волостнову А.В., ассистенту Ильенку С.С., за помощь в обработке результатов, поиске литературы студенту Соктоеву Б.Р. Автор благодарит за ценные замечания и высказывания по работе докторов геолого-минералогических наук, профессоров А.А. Поцелуева и О.Г. Савичева. Материалы травертинов из пригорода Томска любезно предоставлены Ю.Г. Копыловой, а из Памуккале А.М. и Л.М. Адамами, за что автор весьма признательна.

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ИХ ОБОСНОВАНИЕ

Первое защищаемое положение. Уровни накопления 27 изученных химических элементов в солевых отложениях (накипи) питьевых вод отражают как природную специфику вод, так и степень их техногенной трансформации. Региональная особенность территории Томской области в отличие от других регионов проявляется в повышенном содержаниями в солевых отложениях питьевых вод таких элементов, как Fe, Co, Ag, Sb, Au, Th; в районах расположения предприятий ядерно-

топливного цикла (Томск-7, Челябинск-65) спектр и уровни накопления элементов близки между собой и для них характерно присутствие Br, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf.

Минеральный состав накипи, изученный при помощи рентгеноструктурного анализа, показывает, что на 90-95% она представлена карбонатами кальция, в составе которого диагностируется арагонит ($\approx 25\%$), кальцит ($\approx 45\%$), марганцовистым кальцитом ($\approx 5\%$). Кроме этого, обнаружены карбонаты железа, типа сидерита, гидроокислы железа и алюмосиликаты. Это находит отражение и в элементном составе этого субстрата. Так, максимальные средние значения, превышающие показатель в 10 000 мг/кг (рис. 2) соответствуют лишь двум элементам – Ca и Fe, являющимися основой в структуре накипи питьевых вод. В целом, элементный состав солевых отложений крайне неоднородный. Такой широкий интервал разброса значений содержания элементов может быть объяснен разным химическим составом водоносных горизонтов, из которых осуществляется водоснабжение, и факторами, оказывающими воздействие на формирование химического состава вод.

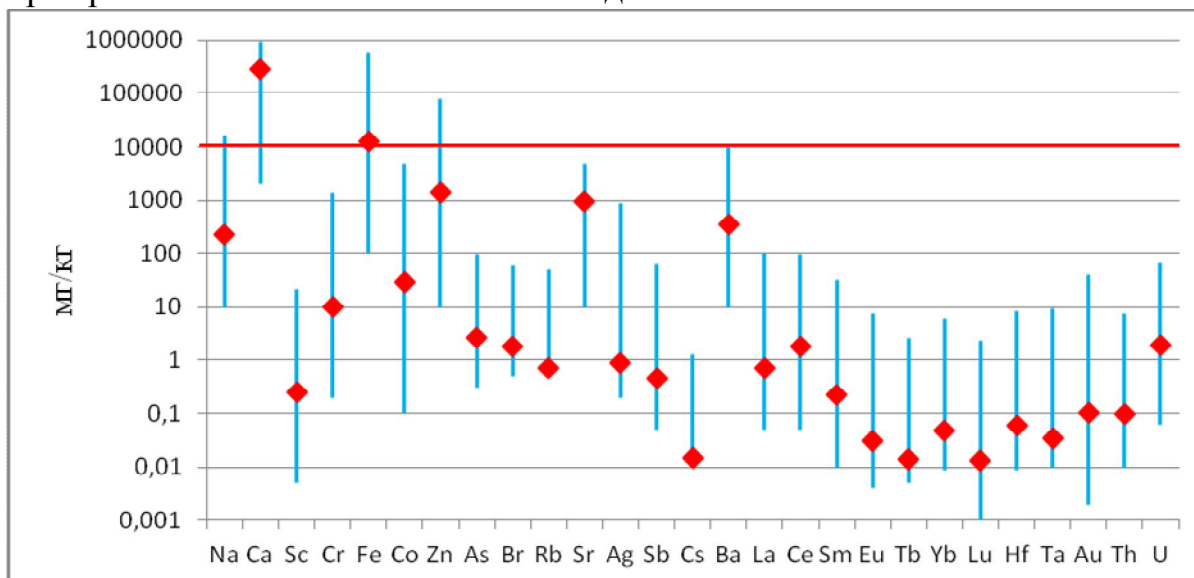


Рис. 2. Разброс и среднее содержание химических элементов в накипи питьевых вод Томской области (319 проб)

При этом Fe и Ca содержатся в максимальных количествах (не менее 100 мг/кг), в то время как минимальные содержания в накипи питьевых вод Томской области характерны для редкоземельных и радиоактивных элементов (менее 0,1 мг/кг). Анализ особенностей накопления группы редкоземельных элементов (рис. 3) показывает, что в большей степени в исследуемом материале накапливаются легкие лантаноиды.

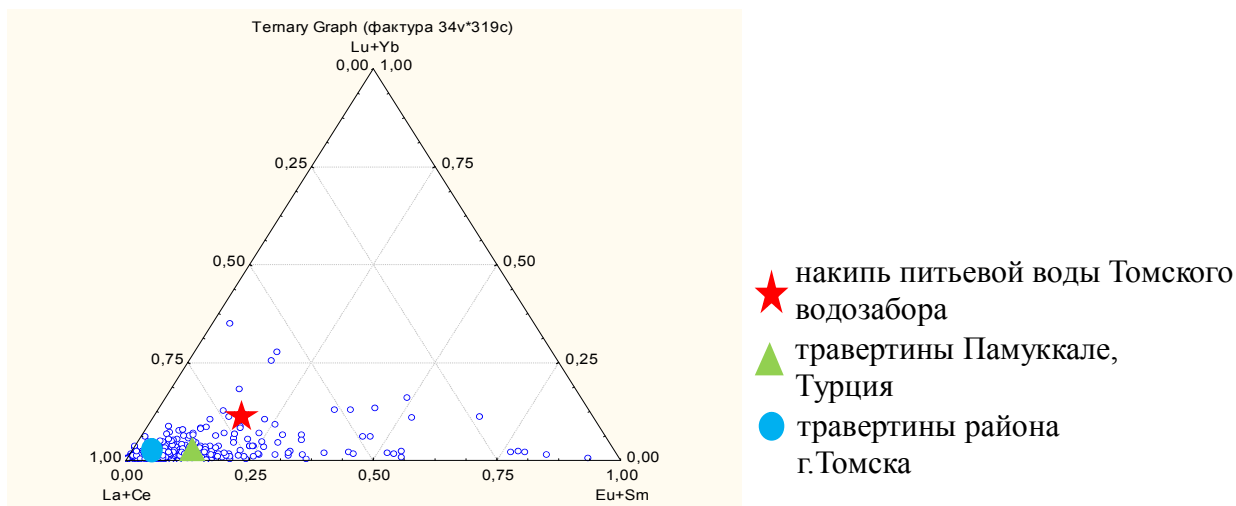


Рис. 3. Тройная диаграмма распределения редкоземельных элементов в составе накипи

Особенности химического состава накипи хорошо видно при ее сравнении с природными известковыми образованиями, формирующихся из водных растворов, – травертинами (рис. 4). В травертинах из Памуккале (Турция) содержание практически всех изученных химических элементов ниже, чем в травертинах из г. Томска, за исключением Sr. В составе томских травертинов обращает на себя внимание высокое содержание Br (21 мг/кг). Состав накипи отличается от природных образований повышенным содержанием Sc, Fe, Co, Zn, As, Sb, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Ta, Au, Th. Природная составляющая проявляется в виде одинаково высоких концентраций Ca, составляющего матрицу этих образований.

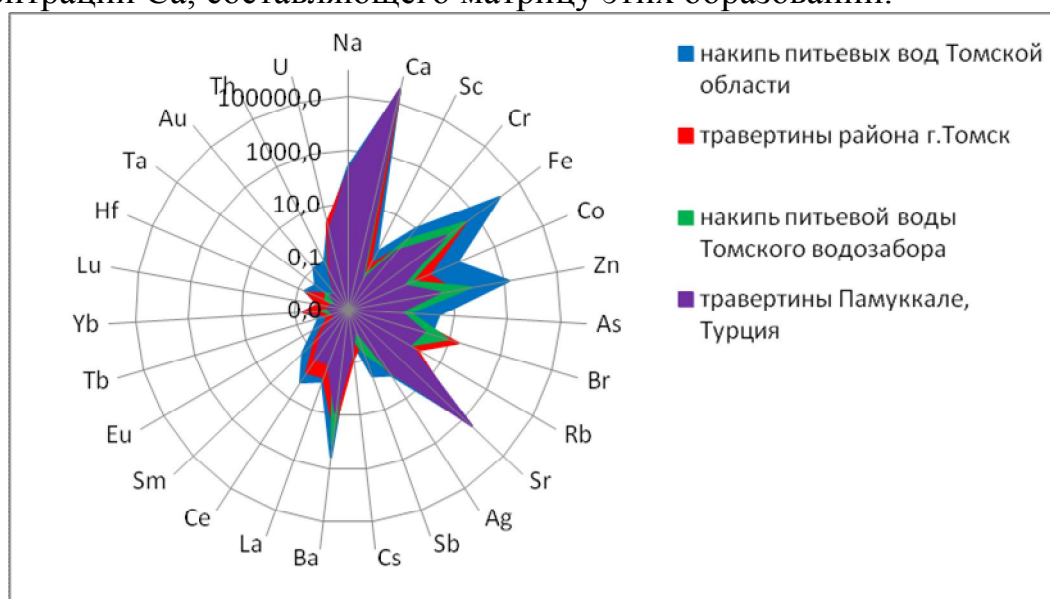


Рис. 4. Сравнительный анализ химического состава накипи и природных известковых образований

Для выявления региональных особенностей состава солевых отложений (накипи) питьевых вод проведен сравнительный анализ состава накипи питьевых вод Томской, Челябинской и Иркутской областей. В накипи Томской области отмечается более высокие содержания Fe, Co, Ag, Sb, Au и Th, тогда как аналогичные образования в районе ПО «Маяк» (Челябинск-65) характеризуются более существенным накоплением U, Br, Sr, Lu, Sm, Ce, La, Ba, As.

В пределах Томского региона как наиболее техногенно напряженный участок выделяется Томск-Северская промышленная агломерация (ТСПА), имеющая весьма специфический спектр накопления элементов по данным изучения почв, аэрозолей, биоты (Рихванов, 1997; Язиков, 2006; Барановская, 2003; Шатилов, 2001; Таловская, 2008; Жорняк, 2009). Для выявления этой специфики на примере накипи питьевых вод, были рассчитаны средние содержания 27 химических элементов для выборки, включающей 34 проб из населенных пунктов, находящихся под постоянным воздействием Томск-Северской промышленной агломерации (ТСПА): Георгиевка, Наумовка, Черная речка (Юкса), Самусь, Орловка, Кижирово, Моряковка, Козюлино. Результаты показали (рис. 5), что для исследуемого нами материала из питьевых вод зоны техногенного влияния ТСПА содержание таких элементов как Br, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu выше по сравнению со значениями в целом по Томскому региону, и близки к содержаниям таковых в накипи из Челябинской области, отобранной вблизи крупного предприятия ядерно-топливного цикла - НПО «Маяк».

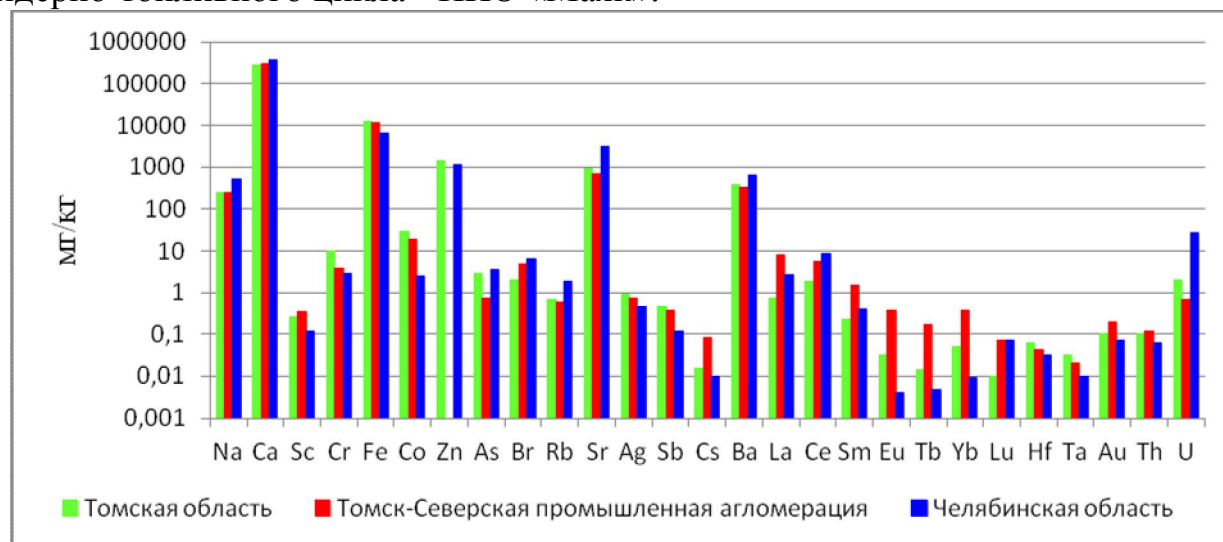


Рис. 5. Состав накипи питьевых вод Томской и Челябинской областей

Таким образом, элементный состав накипи, образуемой в бытовых нагревательных приборах при кипячении питьевых подземных вод Томской области, несет значительную информацию об особенностях химического состава подземных вод и может служить индикатором техногенной и природной составляющей факторов, обуславливающих качество питьевых вод.

Второе защищаемое положение. Солевые отложения (накипь) питьевых вод неоген-четвертичных отложений и более глубоких горизонтов имеют принципиальные отличия по химическому составу. Накипь питьевых вод верхних водоносных горизонтов в большей степени накапливает элементы, связанные с техногенной трансформацией исследуемой территории (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Cs), тогда как накипь из более глубоких водоносных горизонтов отражает геохимическую и металлогеническую специализацию региона.

Результаты исследования накипи питьевых вод разных горизонтов показывают, что глубина залегания оказывает существенное влияние на ее состав (Языков, 2006, Монголина, 2009). Анализ этих материалов показывает, что солевые отложения питьевых вод верхних и нижних горизонтов имеют принципиальные отличия по элементному составу (рис. 6). Более широкий спектр химических элементов в значительной степени накапливается в накипи питьевых вод верхних горизонтов, включая группы редкоземельных (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) и естественных радиоактивных (Th, U). Данная особенность накопления химических элементов в подземных водах Томского региона отмечена в работе В.А. Зуева (1996 г.).

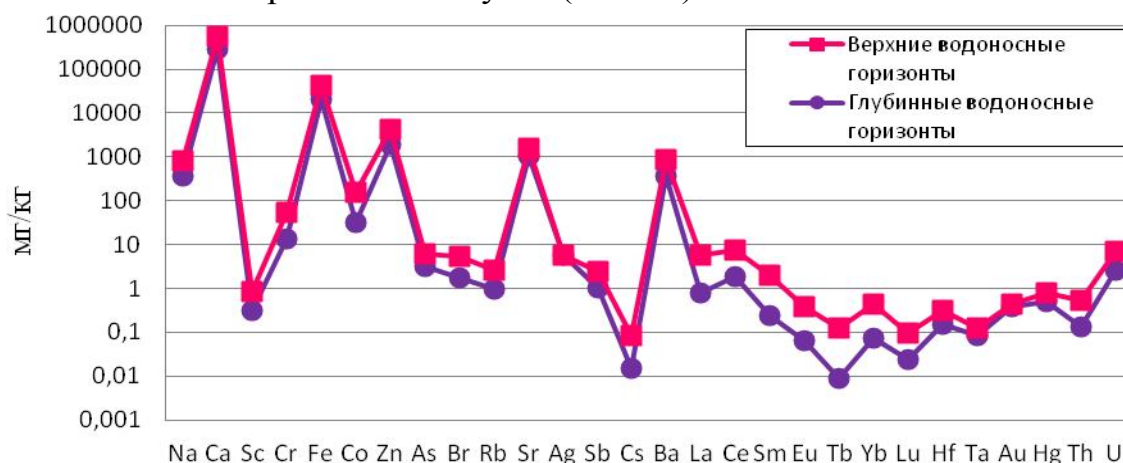
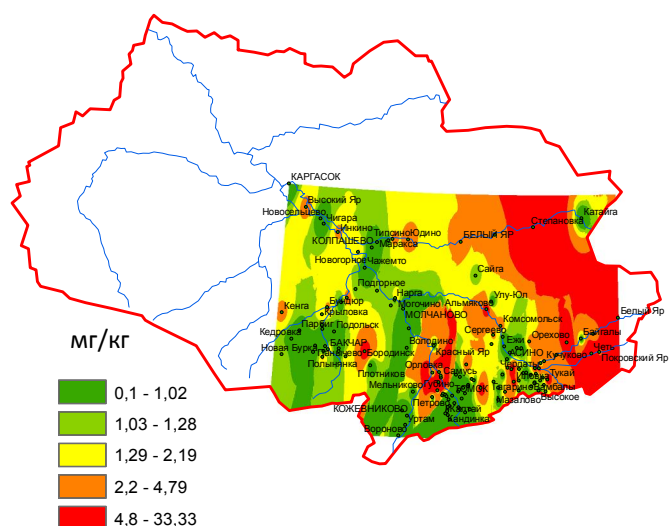
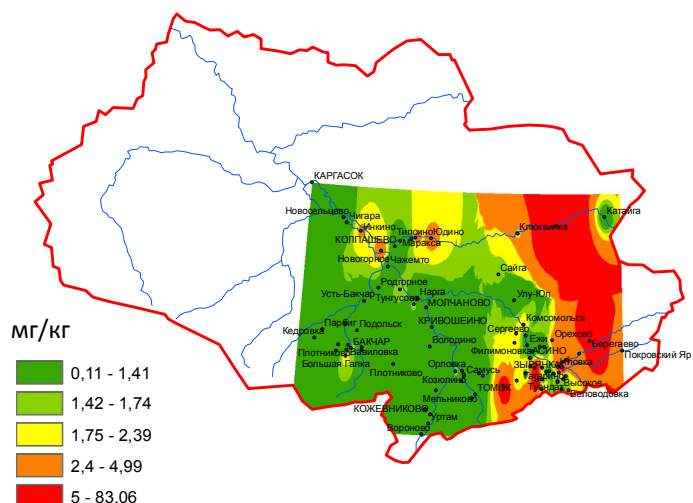


Рис. 6. Сравнительная характеристика содержания элементов в накипи питьевых вод глубинных и поверхностных водоносных горизонтов

Построение карт распределения химических элементов, накапливающихся в накипи питьевых вод Томской области, выполнено как по среднему содержанию всей совокупности проб (на картах они показаны индексом а), так и по верхнему горизонту неоген-четвертичных отложений (карта имеет индекс б) (рис. 7, 8, 9). Анализ этих карт показывает, что фиксируются очаги накопления редкоземельных элементов в солевых отложениях питьевых вод из источников индивидуального водоснабжения отдельных населенных пунктов (рис. 7). Так, в с. Моряковский Затон отмечаются самые высокие концентрации редкоземельных элементов в верхних водоносных горизонтах (La – 102 мг/кг, Ce – 95 мг/кг, Sm – 19 мг/кг, Eu – 4,5 мг/кг, Tb – 2,6 мг/кг, Yb – 5 мг/кг, Lu – 0,85 мг/кг), тогда как в накипи из питьевых вод глубинных горизонтах содержание этих элементов, в том же населенном пункте, ниже предела обнаружения анализа.



а)

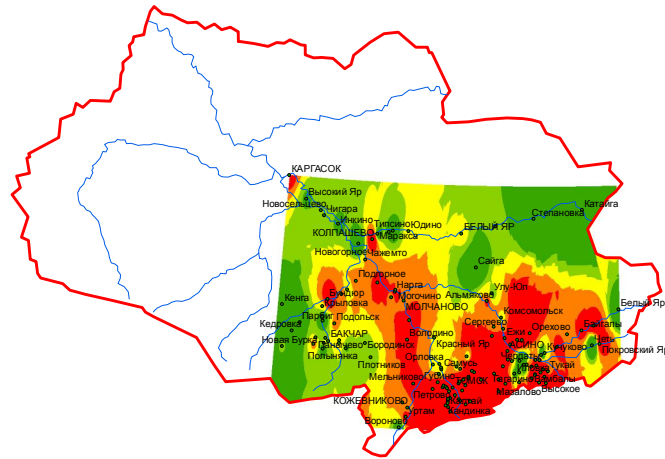


б)

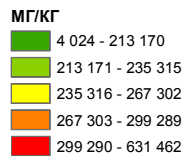
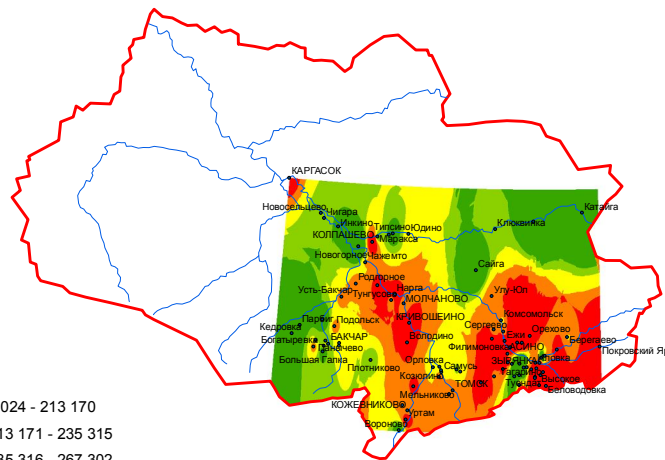
Рис. 7. Схематическая карта распределения суммы содержаний редкоземельных элементов (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) в накипи питьевых вод: а) вся совокупность проб и б) только пробы, характеризующие источники централизованного питьевого водоснабжения.

В пределах Томского района идентичная картина наблюдается по распределению цезия. Максимальная концентрация этого элемента (1,3 мг/кг) зафиксирована нами в накипи питьевых вод верхних водоносных горизонтов в с. Моряковский Затон Томского района, при содержании в накипи воды глубинных источников данного населенного пункта ниже предела обнаружения анализа. Столь высокие концентрации цезия позволяют говорить о возможном техногенном источнике поступления этого элемента. В целом по области максимальное накопление цезия в накипи питьевых вод централизованного водоснабжения составляет 0,31 мг/кг и зафиксировано в п. Иловка Зырянского района, при среднем значении 0,015 мг/кг по области.

Распределение кальция, железа и натрия носит идентичный характер (рис. 8, 9). Разница в накоплении и особенностях пространственной локализации этих элементов в накипи из верхних и глубинных горизонтов питьевых вод незначительная, так как они принимают непосредственное участие в формировании вод и определяют их тип на территории Томской области.

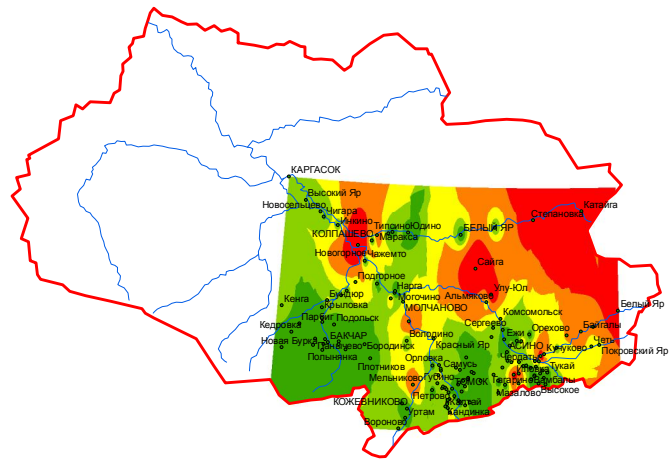


а)

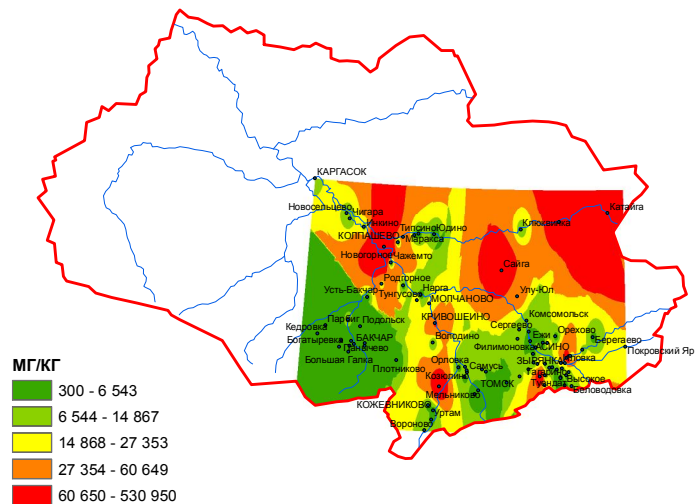


б)

Рис. 8. Схематическая карта распределения кальция в накипи питьевых вод: а) вся совокупность проб и б) только пробы, характеризующие источники питьевого водоснабжения из скважин глубиной более 100 м.



а)



б)

Рис. 9. Схематическая карта распределения железа в накипи питьевых вод: а) вся совокупность проб и б) только пробы, характеризующие источники питьевого водоснабжения из скважин глубиной более 100 м.

Из всего выше изложенного следует, что накипь питьевых вод верхних водоносных горизонтов в большей степени накапливает элементы, связанные с техногенной трансформацией исследуемой территории.

Третье защищаемое положение. Радиогеохимические особенности солевых отложение питьевых вод (накипи) заключаются в том, что они характеризуются средним содержанием урана 2 мг/кг, тория 0,1 мг/кг, при величине торий-уранового отношения 0,05. Пространственное распределение естественных радиоактивных элементов носит неоднородный характер, и максимальные уровни накопления урана (> 6 мг/кг) совпадают с зонами, перспективными на выявление уранового оруденения гидрогенного типа, и в ряде случаев представляют реальную экологическую опасность.

Особенности содержания радиоактивных элементов в солевых отложениях питьевых вод определяются как природными (месторождения, рудопроявления), так и техногенными факторами (промышленные предприятия, урбанизированные образования).

Среднее содержание урана в накипи составляет 1,9 мг/кг при максимальном значении 66,4 мг/кг. Высокие концентрации урана в карбонатных солевых образованиях сопоставимы с уровнями концентрации радиоактивного элемента в жильных кальцитах гидротермальных урановых месторождений, локализованных в терригенно-карбонатно-сланцевой толще нижнего палеозоя (среднее 3 мг/кг, при разбросе значений от 0,7 мг/кг до 6,2 мг/кг) и в известняках нижнего кембрия (среднее 1,3 мг/кг, при разбросе значений от 0,5 мг/кг до 4 мг/кг) (Рихванов, Язиков и др., 1986). Среднее содержание тория составляет 0,1 мг/кг при минимальном и максимальном его значениях 0,003 мг/кг и 7,5 мг/кг соответственно.

Важным оценочным показателем состояния солевых отложений является торий-урановое отношение, которое изменяется в пределах от 0,0002 до 38 единиц (рис. 10). Анализ радиогеохимических особенностей накипи показал, что по величине торий-уранового отношения районы Томской области объединяются в четыре группы. В состав первой группы входят нефтегазоносные районы (Александровский (номер 1 на рис. 10), Каргасокский (6) и Парабельский (11)), где торий - урановое отношение изменяется в пределах от 0,62 до 1,95. Вторая группа формируется из сельскохозяйственных районов (Кожевниковский (7), Кривошеинский (9), Чаинский (15), Шегарский (16)), расположенных к западу и юго-западу от областного центра, где низкие содержания тория и урана ($Th/U=0,1\dots0,4$). В третью группу объединились районы, расположенные в восточной части области (Верхнекетский (4), Зырянский (5), Первомайский (12), Тегульдетский (13), Томский (14)) и районы расположения железорудных месторождений (Бакчарский (3) и Колпашевский (8)). Как видно из графика, на территории этих районов устанавливается присутствие проб с высокими содержаниями, как урана, так и тория. Торий-урановое отношение изменяется от 0,032 до 0,072. В последнюю IV группу с низкими значениями тория и сравнимыми со средним значением и выше содержанием урана вошли травертины и солевые отложения Асиновского (2) и Молчановского районов (10), т.е. в этих районах соотношение тория и урана близко к этим же показателям в природных аналогах.

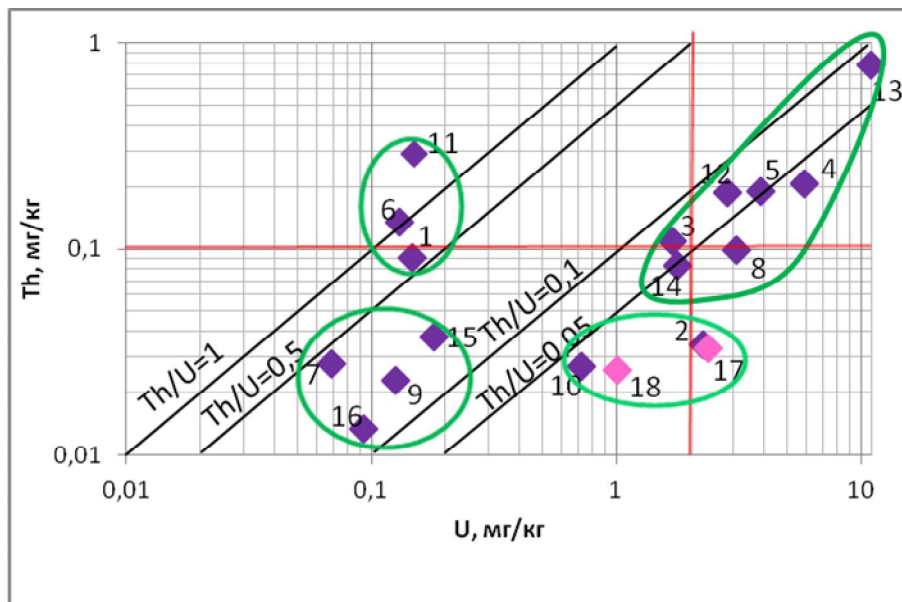


Рис. 10. Поля отношения тория и урана в карбонатных осадках

Административные районы:

Примечание: 1-Александровский, 2-Асиновский, 3-Бакчарский, 4-Верхнекетский, 5-Зырянский, 6-Каргасокский, 7-Кожевниковский, 8-Колпашиевский, 9-Кривошеинский, 10-Молчановский, 11-Парабельский, 12-Первомайский, 13-Тегульдетский, 14-Томский, 15-Чаинский, 16-Шегарский,

Травертины: 17-Травертины Томск, 18-Травертины Памуккале.

Красными линиями выделены средние значения для U и Th.

Характер пространственного распределения естественных радиоактивных элементов в накипи питьевых вод Томской области неоднородный. Самое высокое содержание урана в накипи наблюдается в поселке Тукай Зырянского района (66,4 мг/кг) (рис. 11). При этом, значимые содержания элемента зафиксированы и в составе воды этого населенного пункта (280×10^{-7} г/л).

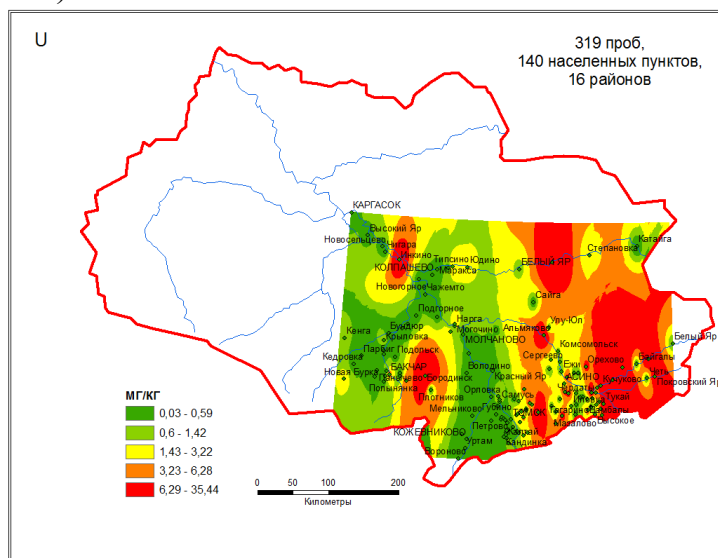


Рис. 11. Схематическая карта распределения урана в солевых отложениях питьевых вод Томской области

При таких высоких концентрациях нами отмечена высокая корреляционная зависимость между содержанием урана в обеих средах. Однако, как показали исследования, не везде корреляция одинаково значимая (рис. 12).

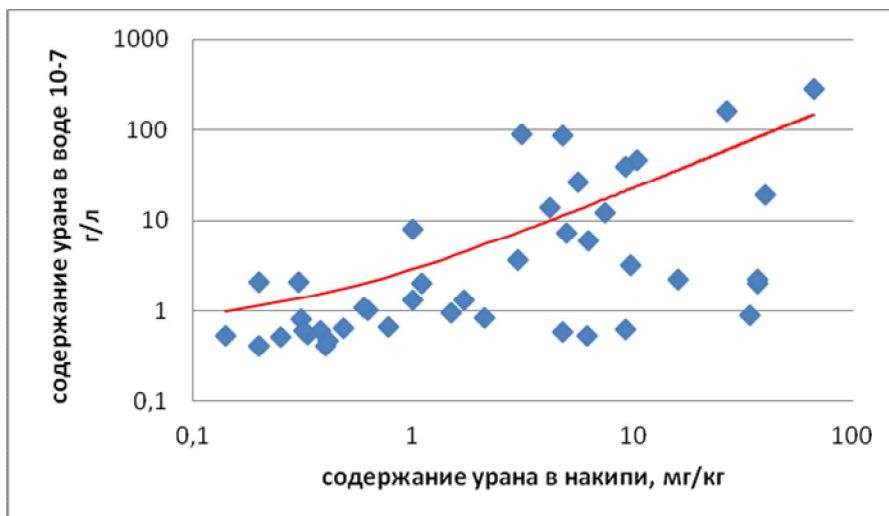


Рис. 12. Зависимость между содержанием урана в питьевой воде и солевых отложениях Томской области

Для подтверждения положения о корреляционной зависимости между содержанием урана в воде и накипи, накапливаемой при длительном кипячении, был спланирован и выполнен отдельный эксперимент. Его результаты показали четкую зависимость между уровнем накопления урана в питьевой воде и ее накипи. При этом на процесс оказывает влияние режим кипячения.

Выявленные урановые аномалии в накипи из вод Бакчарского, Колпашевского, Верхнекетского районов с высокой степенью вероятности расположены в потенциально ураноносной зоне, выделяемой по другим признакам (Шор и др., 1999, Домаренко и др., 2010). Это позволяет утверждать, что уровень накопления урана в солевых отложениях можно использовать как поисковый признак на выявление урановорудных проявлений.

На территории Томского района повышенное содержание урана (более 2 мг/кг) в накипи питьевых вод фиксируется в восточной, северо-восточной части (рис. 13). Данная зона субмеридианального направления трассирует зону Кузнецко-Алатаусского глубинного разлома, который может прослеживаться под мезо-кайнозойским чехлом Западно-Сибирской плиты. В пределах этой структуры в складчатом обрамлении известны многочисленные проявления и месторождения урана (Скалистое, Светлое и др.) (Рихванов, 2002). Кроме того, эта аномальная зона совпадает с областью распространения титан-цирконовых песков, локализующихся на бортах Томского выступа. Пески содержат повышенные концентрации U, Th, TR (Рихванов и др., 2001). Возможно, что незначительный ореол повышенных концентраций урана в накипи фиксируется в зоне влияния Сибирского

химического комбината, но он достаточно локальный и совпадает с зоной повышенного содержания урана в подземных водах данного района, установленного В.А. Зуевым и С.Л. Шварцевым в 1993-1994 годах.

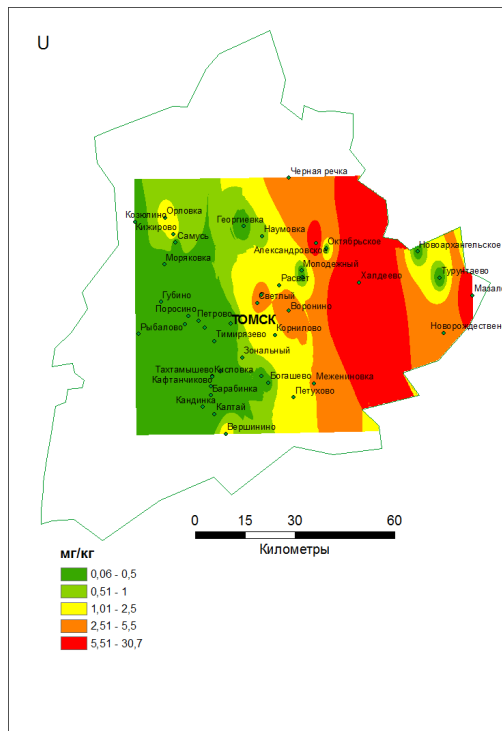


Рис. 13. Схематическая карта распределения урана в солевых отложениях (накипи) питьевых вод Томского района

Максимальное содержание тория в солевых отложениях питьевых вод фиксируется в Тегульдетском районе в п. Белый Яр (7,5 мг/кг) и Зырянском районе в п. Семеновка (4,3 мг/кг) (рис. 14). Повышенные содержания тория на этой территории может свидетельствовать о возможном развитии циркон-ильменитовых песков Туганского типа месторождений (Рихванов и др., 2001).

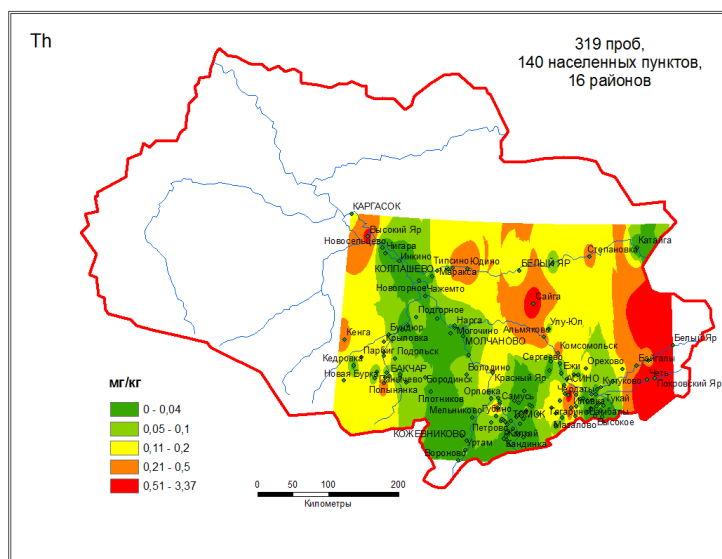


Рис. 14. Схематическая карта распределения тория в солевых отложениях (накипи) питьевых вод Томской области

Из 140 опробованных населенных пунктов Томской области в 23 торий-урановое отношение в накипи питьевых вод больше единицы (рис. 15). Наибольшим торий-урановым (38,3) отношением обладает накипь пос. Четь Тегульдетского района. В Верхнекетском районе в поселке Сайга накипь характеризуется не только высоким содержанием тория, но и низким ураном, отсюда торий-урановое отношение 14 единиц.

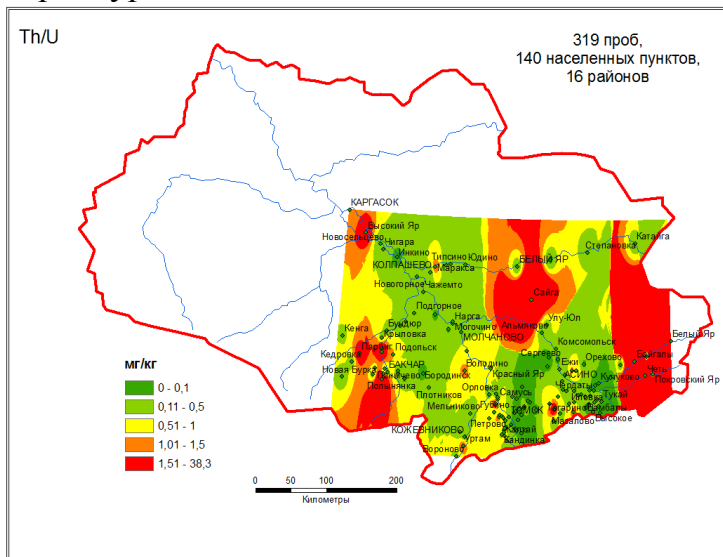


Рис. 15. Схематическая карта пространственной изменчивости величины торий-уранового отношения в солевых отложениях (накипи) питьевых вод Томской области

Таким образом, радиогеохимическое поле по данным изучения накипи питьевых вод крайне неоднородно как в целом по региону, так и отдельным его административным районам. Элементный состав изучаемых образований отражает как природную так и техногенную составляющую факторов формирования подземных вод. По высоким уровням накопления урана и низкому торий-урановому отношению в накипи из питьевых вод могут быть выделены районы, в которых с высокой степенью вероятности можно прогнозировать выявление рудопроявления месторождений урана. Таковыми, прежде всего, являются Зырянский, Тегульдетский и Верхнекетский районы.

ВЫВОДЫ

В результате исследования установлено, что накипь питьевых вод, образующаяся в бытовых водонагревательных приборах, на 90% сложена карбонатом кальция (кальцит, арагонит) и имеет схожий минеральный состав с природными образованиями травертинами, выбранными в качестве наиболее близких природных аналогов.

Элементный состав накипи крайне неоднородный и характеризует контрастную обстановку на исследуемой территории Томской области, обусловленную как природной, так и техногенной составляющей территории. Накипь питьевых вод верхних водоносных горизонтов в большей степени накапливает элементы, связанные с техногенной трансформацией

исследуемой территории, по сравнению с накипью нижележащих водоносных горизонтов.

Элементный состав солевых отложений отражает не только региональную специфику, что показано на примере трех областей (Томская, Челябинская, Иркутская), но и локальную на уровне административных районов и отдельно выделенных территорий с природно-техногенной обстановкой.

Состав питьевой воды отражается на геохимических характеристиках накипи, что можно использовать как гигиенический показатель ее качества.

Картирование территории по содержанию элементов-примесей в накипи позволило выделить районы с высокими уровнями накопления определенных элементов, ежедневно поступающих с питьевой водой в организм человека в течение длительного времени. Выявлена прямая зависимость между заболеваемостью населения и уровнем накопления элементов в накипи питьевых вод отдельных территорий.

В связи с тем, что в накипи питьевых вод неоген-четвертичного водоносного горизонта наблюдается значительное увеличение содержания химических элементов, что свидетельствует о возрастании суммарной нагрузки на организм человека, следует максимально использовать воду, прошедшую специальную водоподготовку и стремиться к замене индивидуального водоснабжения на централизованное. Элементный состав накипи возможно использовать в качестве индикатора наличия природных аномалий и выявления фактора техногенеза, выявляемых при сопоставлении данных по разным водоносным горизонтам.

Список публикаций по теме диссертации

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК:

1. **Монголина Т.А.**, Барановская Н.В., Соктоев Б.Р. Элементный состав солевых отложений питьевых вод Томской области // Известия ТПУ. – 2011 – Т.319 - №1 – С.204–211

Статьи в Российских и зарубежных рецензируемых журналах:

2. **Монголина Т.А.** Эколого-геохимические особенности Верхнекетского района Томской области //Проблемы геологии и освоения недр: Труды XI международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных - Томск, ТПУ, 9-13 апреля 2007 г. - Томск: Изд. ТПУ, 2007. - С. 601-602

3. Барановская Н.В., **Монголина Т.А.**, Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Локально-региональная специфика элементного состава солевых отложений питьевых вод Томской области //Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Материалы V Международной научно-практической конференции - СеКазахстан, Семипалатинск, 15-18 окт. 2008. - Семей: 2008. - С. 157-160

4. **Монголина Т.А.** Геохимическая характеристика солевых отложений (накипи) питьевых вод Томской области //Проблемы геологии и освоение

- недр: Сборник докладов XII Международного симпозиума им. акад. М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященный 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию создания Сибгеолкома в России - Томск, ТПУ, 14-17 апр. 2008. - Томск: Изд. ТПУ, 2008. - С. 703-705
5. Ялалтдинова А.Р., **Монголина Т.А.** Элементный состав накипи (солевых отложений) питьевых вод Тегульдетского района Томской области //Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIII Международного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, посвящённого 110-летию со дня рождения профессора, Лауреата государственной премии СССР К.В. Радугина - Томск, ТПУ, 6-11 апр. 2009. - Томск: Изд. ТПУ, 2009. - С. 762-764
6. **Монголина Т.А.** Содержание элементов в накипи из питьевых вод разных водоносных горизонтов Томской области //Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIII Международного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова, посвящённого 110-летию со дня рождения профессора, Лауреата государственной премии СССР К.В. Радугина - Томск, ТПУ, 6-11 апр. 2009. - Томск: Изд. ТПУ, 2009. - С. 730-732
7. Соктоев Б.Р., **Монголина Т.А.** Особенности распределения естественных радиоактивных элементов в накипи питьевых вод разных водоносных горизонтов Томской области //Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIV Международного симпозиума им. акад. М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 65-летию Победы советского народа над фашистской Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. в 2-х томах - Томск, НИ ТПУ, 5-9 апр. 2010. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - С. 421-422
8. Rikhvanov L.P., Baranovskaya N.V., Soktoev B.R., **Mongolina T.A.** Evaluation of drinking water according to geochemical composition of its salt deposition // 8th International Conference "Environmental Engineering", May 19-20, 2011. – Vilnius, Lithuania. – S. 337-342