

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

На правах рукописи

Шайхиев Ильдар Рафаилович

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
БАКЧАРСКОГО РАЙОНА НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ОСВОЕНИЯ
РЕСУРСОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:
доктор геолого-минералогических наук,
профессор Рихванов Л.П.

Томск – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Общие физико-географические сведения о районе исследования.....	12
1.1. Характеристика района работ.....	16
1.2. Растительность и почва.....	19
1.3. Геоморфология.....	21
1.4. Полезные ископаемые.....	23
1.5. Земельные, лесные, водные ресурсы.....	25
Глава 2. Краткий очерк геологического строения района и железорудного проявления	
2.1. Сведения об изученности района	
2.1.1. Геологическая и геофизическая изученность.....	26
2.1.2. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность.....	29
2.1.3. Геологическое строение	30
2.1.4. Стратиграфия	30
2.2. Характеристика участка работ	
2.2.1. Особенности геологического строения.....	35
2.2.2. Условия формирования руд.....	38
2.3. Вещественный состав и технологические свойства руд	
2.3.1. Основные особенности состава и строения рудной толщи.....	39
2.3.2. Минеральный состав руд	39
2.3.3. Геолого-геохимические особенности руд.....	41
Глава 3. Геоэкологическая и медико-демографическая характеристика Бакчарского района.....	46
Глава 4. Методы и виды исследований	
4.1. Исследование почвенного покрова.....	65
4.2. Исследование снегового покрова.....	66

4.3. Исследований донных отложений.....	67
4.4. Исследование поверхностных и подземных вод.....	68
4.5. Исследование солевых отложений.....	68
4.6. Биогеохимические исследования.....	69
4.7. Радиогеохимические исследования.....	70
4.8. Аналитическое и метрологическое обеспечение исследований.....	70
4.9. Методы обработки информации.....	71
Глава 5. Эколого – геохимическая характеристика природных сред	
5.1 Характеристика почвенного покрова.....	72
5.2. Характеристика снегового покрова.....	87
5.3. Характеристика донных отложений рек.....	97
5.4. Характеристика поверхностных и подземных вод	
5.4.1. Поверхностные воды.....	102
5.4.2. Подземные воды.....	108
5.5. Характеристика элементного состава биосубстратов человека	
5.5.1. Элементный состав волос детей.....	111
5.5.2. Элементный состав солевых образований в питьевых водах...	117
5.6. Радиационная характеристика в районе железорудного проявления.....	123
Глава 6. Анализ возможных геоэкологических проблем при разработке Бакчарского железорудного проявления карьерным способом, методом подземного выщелачивания и скважинной гидродобычи.....	124
ГЛАВА 7. Мониторинг окружающей среды Бакчарского железорудного проявления.....	139
Выводы.....	142
Список используемой литературы.....	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы.

На территории Западной Сибири выявлен Западно – Сибирский железорудный бассейн. Значительная часть ресурсов находится на территории Томской области, прежде всего на территории Бакчарского и Колпашевского районов (рисунок 1).

Ввод в эксплуатацию и начало промышленного освоения Бакчарского железорудного узла приведет к значительным изменениям состояния природной среды, что позволит нам утверждать, о месте формирования природно-техногенной системы (ПТС). В связи с этим, ценность информации, которая характеризует природную среду, очень возрастает, особенно на участках проведения геологоразведочных работ (ГРР).

Учитывая, что при разработке крупных месторождений полезных ископаемых, уровень техногенного воздействия возрастает, необходимо изучать геохимические условия, при которых происходит миграция микроэлементов, и их занимаемую роль в функционировании природных экосистем (Сочава, 1975; Елпатьевский, 1993; Емлин, 1990; Удачин, 2012; Почечун, 2014; Елохина, 2014; Савичев и др., 2014; Савичев и др., 2016).

В работе (Емлин, 1990) представлены геохимические аспекты ПТС, возникающие и развивающиеся при разработке месторождений полезных ископаемых. В рамках этих ПТС горный массив, рудная залежь, поверхностные и подземные воды, биологические сообщества, ландшафт, социальные структуры вступают во взаимодействие с горнодобывающим предприятием (технической системой).

Изучение природно – техногенной системы включает:

1. Анализ современной экологической ситуации.
2. Эколого-экономическую оценку сценария дальнейшего развития.
3. Управление качеством данной ПТС при последующей разработке.

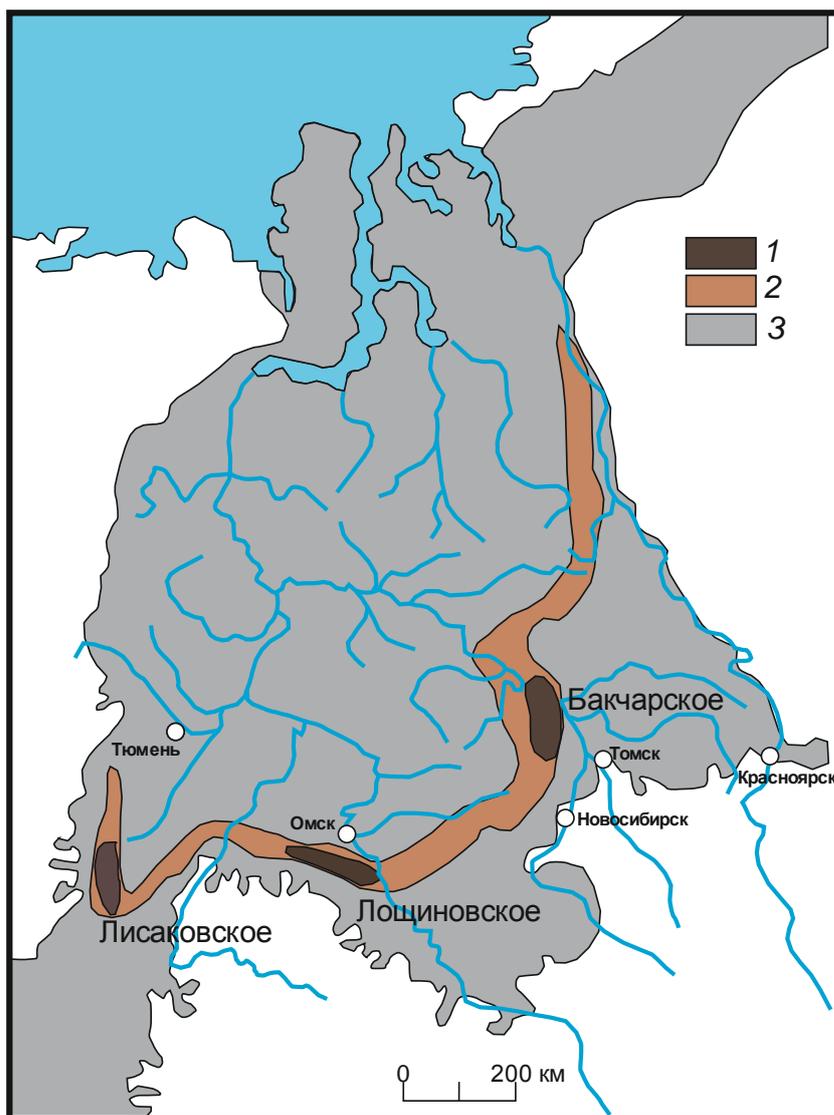


Рисунок 1. Схема Западно – Сибирского железорудного бассейна (Мазуров и др., 2006; Западно-Сибирский..., 1964):

- 1 – районы крупных железорудных узлов;
- 2 – мел-палеогеновое море и территория его распространения;
- 3 – прибрежно-морских отложений железной руды и полоса их распространения;

Необходимость выполнения оценки современного эколого – геохимического состояния компонентов природной среды на Бакчарском железорудном узле, выявление основных техногенных и природных факторов, формирующих геохимическую обстановку исследуемого района на стадии ГРР по оценке ресурсов, а также получение оценочных фоновых показателей на начальной стадии, когда начинает формироваться природно-техногенная система и определение участков геоэкологического мониторинга, определяют актуальность проводимых исследований.

Цель. Оценить эколого – геохимическое состояние компонентов природных сред территории Бакcharского района на начальном этапе формирования природно – техногенной системы, которая связана с проведением геолого-разведочных работ и предполагаемой отработкой ресурсов железных руд.

Задачи:

1. Дать анализ общего экологического состояния территории на начальной стадии развития природно – техногенной системы.

2. Провести опробование комплекса природных сред: вода, снеговой покров, почвы, донные отложения.

3. Изучить с использованием современных геохимических методов природные среды и оценить уровни накопления в них химических элементов на изученной территории.

4. Сопоставить полученные результаты с имеющимися данными по региону.

5. Рассмотреть вариант добычи железной руды различными методами, и обозначить основные геоэкологические проблемы метода скважинной гидродобычи, как одного из предполагаемых методов разработки.

6. Обосновать выбор опорных площадок для проведения геоэкологического и эколого-геохимического мониторингов и дать их основные оценочные геохимические показатели по состоянию на начало XXI века.

Фактический материал и методы исследований.

В основе работы лежат результаты исследований, которые автор совместно с работниками кафедры геоэкологии и геохимии выполнил в рамках договорных работ с ООО НПО «Том ГДК руда» (договор 2-29/06) в период 2006-2008гг. В этот период были проведены как сезонные полевые, так и камеральные работы. Диссертация базируется на результатах анализа и изучения 250 проб (78 проб почв, 78 проб снегового покрова, 78 радиометрических измерений, 5 проб поверхностных водотоков и донных отложений, 4 пробы подземных вод), отобранных по определенной системе точек отбора проб (рисунок 2).

Для количественного анализа на различные элементы на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ использовался метод ИНАА (инструментальный нейтронно-активационный), который может определять концентрацию (мг/кг) 28 химических элементов.

Для определения химических элементов в пробах поверхностных и подземных вод в лаборатории УНПЦ «Вода» ИПР ТПУ использовался метод ISP MS. Это эффективный высокочувствительный метод анализа определяет химические элементы с пределами обнаружения: в твердой пробе: $10^{-1} - 10^{-3}$ нг/г или до 10^{-9} %.

Все аналитические исследования были проведены в аккредитованных и аттестованных лабораториях.

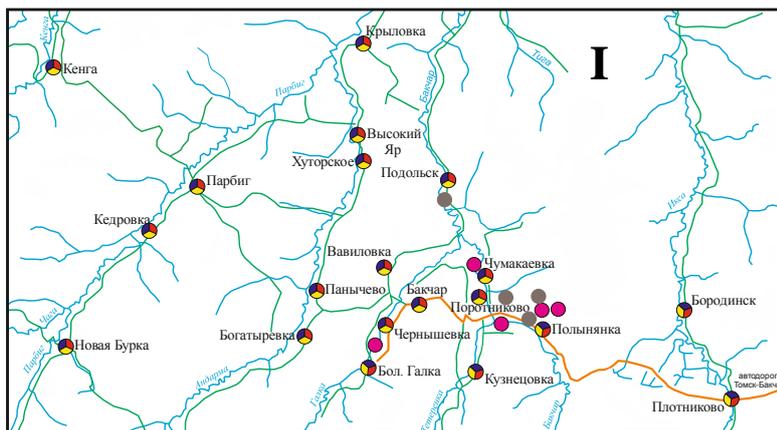
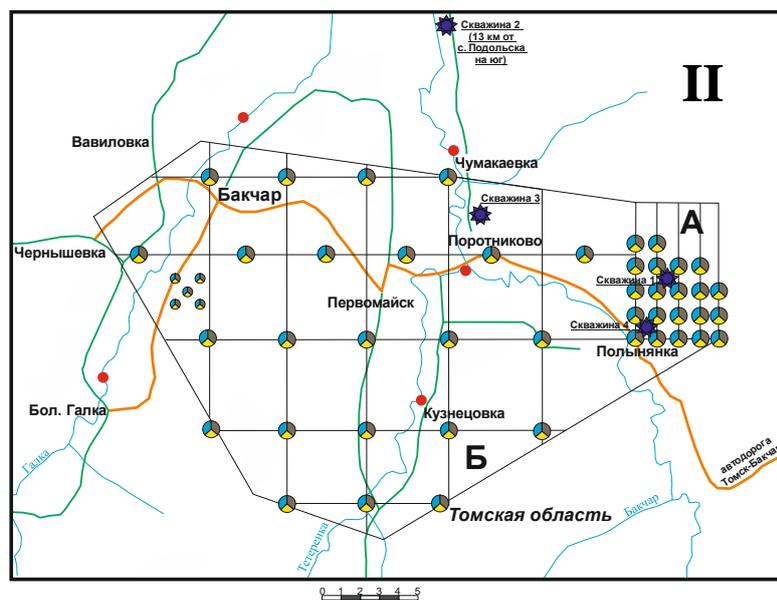


Рисунок 2.

Карта-схема геоэкологических исследований

I) Бакcharского района.

- - пробы почвенного покрова;
- - пробы снежного покрова;
- - радиогеохимические исследования;
- - пробы подземных вод;
- - пробы поверхностных вод и донных отложений;



II) Бакcharского железорудного узла:

A) Поляннинский участок

Б) Западный участок;

- - пробы почвенного покрова;
- - пробы снежного покрова;
- - радиогеохимические исследования;
- - пробы поверхностных вод и донных отложений;

Научная новизна.

1. Впервые выполнена комплексная эколого-геохимическая оценка состояния территории Бакчарского района, в зоне предполагаемой отработки (предполагаемого функционирования в будущем добычного комплекса) железных руд.

2. Установлено, что содержание химических элементов в природных средах изучаемой территории по состоянию на сегодняшний день находятся на фоновом региональном уровне.

3. Показано, что геохимические особенности железных руд, в том числе высокие содержания As, Co и др., не отражаются в составе изученных природных сред

4. Выявлены основные геоэкологические проблемы, возникающие при отработке ресурсов железных руд методом скважинной гидродобычи, которые определяют специфику геоэкологической обстановки изученной территории.

Практическая значимость.

1. Предложены оценочные геохимические показатели природных сред на предтехногенной стадии освоения территории.

2. По результатам исследований рекомендована схема расположения участков мониторинга при разработке ресурсов железных руд методом СГД.

3. Данные могут быть использованы при составлении тома «Оценка воздействия на окружающую среду» в составе проектной документации, проекта мониторинга.

4. Полученные данные используются при проведении учебных занятий на кафедре ГЭГХ по дисциплинам «Геоэкология», «Геохимический мониторинг», «Геоэкологический мониторинг».

Основные защищаемые положения:

1. Геоэкологические особенности Бакчарского района определяются воздействием транспортного, промышленного, сельскохозяйственного комплексов. Территория в пределах которого располагается участок ресурсов

железных руд по санитарно – гигиеническим, медико – биологическим, социально-экономическим показателям (заболеваемость населения, смертность и т.д.) не превышает их среднеобластных показателей.

2. Комплексное эколого-геохимическое исследование компонентов природных сред позволяет утверждать, что по изученным геохимическим параметрам (пылеаэрозоли, почвы, донные отложения, поверхностные и подземные воды) их значения, как правило, не превышают аналогичные показатели по Томской области и других районов России, что в целом позволяет нам отнести изученную часть территории к слабо трансформированному району и принять их за фон на начальном этапе развития ПТС.

3. Рассмотрев вероятные способы отработки ресурсов железной руды, и обозначив метод скважинной гидродобычи как один из возможных предполагаемых методов отработки части руд и рассмотрев его геоэкологические проблемы, предложены участки для постоянного геоэкологического и эколого-геохимического мониторингов за состоянием природных сред, которые включают в себя системное изучение почв, пылеаэрозольного загрязнения снегового покрова, поверхностных и подземных вод, а также наблюдений за состоянием земной поверхности и уровнем подземных вод в контрольных скважинах.

Достоверность результатов исследования. Достоверность обеспечена статистически значимым количеством проб, проанализированных высококачественными современными аналитическими методами в аккредитованных лабораториях Томского политехнического университета, глубокой проработки материала, а также апробацией результатов исследования в процессе публикаций в рецензируемых научных журналах («Известия Томского политехнического университета», «Современные проблемы науки и образования») и докладов на научных конференциях.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 8 печатных работах, из них 3 статьи в российских журналах, входящих в перечень ВАК.

Личный вклад автора заключается в постановке цели, задач, сборе материала, выборе методики исследования, интерпретации и обобщение результатов, которые изложены в диссертации. При подготовке к публикации полученных результатов с соавторами вклад диссертанта был определяющим. Автором самостоятельно сформулировал основные защищаемые положения.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 159 страниц включает в себя введение, 7 глав, выводы, список использованной литературы (160 наименований), 56 рисунков и 30 таблиц.

Основное содержание работы

Во **введении** показана актуальность диссертационной работы, сформулирована цель, задачи, и научная новизна, основные защищаемые положения, практическая значимость.

В **первой главе** рассмотрены общие физико-географические сведения о районе исследований.

Во **второй главе** приводится краткий очерк геологического строения района и месторождения.

В **третьей главе** дается геоэкологическая и медико-демографическая характеристика Бакcharского района.

В **четвертой главе** приводится описание основных методов исследования и анализа.

В **пятой главе** дается эколого-геохимическая характеристика природных сред Бакcharского района по результатам проведенных исследований.

В **шестой главе** проводится анализ возможных геоэкологических проблем при разработке Бакcharского железорудного проявления различными методами.

В **седьмой главе** предлагаются опорные пункты мониторинга окружающей среды Бакcharского железорудного проявления, при его дальнейшей разработке и оценочные условия содержания химических элементов.

В **выводах** подведены итоги проведенных автором исследований, сформулированы рекомендации и выводы.

Благодарности. Автор признателен своему научному руководителю Рихванову Леониду Петровичу, профессору, доктору геолого-минералогических наук, за высказанные советы, помощь, внимание при написании работы.

Огромную благодарность автор хочет выразить следующим сотрудникам кафедры профессору, д. г.-м. н., Е. Г. Языкову, профессору д. г.-м. н., Арбузову С. И., профессору д. б. н., Барановской Н. В., к. х. н. Н. А. Осиповой, к. г.-м. н. В. В. Ершову, к. г.-м. н. А. В. Таловской, к. г.-м. н. Т. А. Монголиной, к. г.-м. н. Л. В. Жорняк, Е. М. Черневу, А. Ю. Иванову, к. г.-м. н. Д. В. Наркович, инженеру Л. В. Богутской, с.н.с. А. Ф. Судыко, Г. А. Бабченко, В. В. Жукову, за ценные советы, помощь при оформлении и подготовке работы.

Автор благодарит д. г.-м. н., профессора Попова В.К., д. г. н., профессора Савичева О.Г., к. г.-м. н., доцента В. А. Домаренко за высказанные советы и критические замечания при подготовке работы.

Особую благодарность автор выражает М.С. Паровинчаку и всему коллективу ООО НПО «Том ГДК руда» за ценные советы и предоставление информационного материала.

Глава 1. Общие физико – географические сведения о районе исследований

Первые сведения о наличии в отложениях юго-востока Западной Сибири повышенных содержаний железа появились в середине прошлого столетия во время начала геолого-поисковых работ на нефть. Уже в 1951-1957 годах было открыто огромное проявление железных оолитовых руд осадочного происхождения размерами во многие тысячи квадратных километров (Бабин и др., 1957; Шацкий, 1957), аналогичных известным рудам Восточной и Западной Европы (Германия, Франция, Румыния и др.), а также Украины и Казахстана.

Позднее, в 1964 году, группой специалистов это сосредоточение железной руды было названо Западно-Сибирским железорудным бассейном (Шахов, 1964).

Бакчарское проявление (до утверждения запасов в ГКЗ правильнее говорить о проявлении) (рисунок 3) является одним из более изученных и имеющий перспективы участком этого бассейна на территории Бакчарского района Томской области. Руды залегают на глубине от 180 до 250 м в породах мел-палеогенового возраста и имеют толщину пласта 35 – 40 м, содержание железа 35 – 45 %, плотность 2,2 г/куб.см, прочность по шкале (Протодяконов и др., 1965) составляет 0,5 – 5.

Большую часть площади занимают «рыхлые» руды, позволяющие применять методы скважинной гидродобычи (СГД) для попутного их обогащения (рисунок 4). Общая рудоносная зона расположена в центральной части Томской области на площади около 80 тыс. кв. км (25 % территории области), содержит ресурсы около 400 млрд. т при содержании железа выше 30 %.

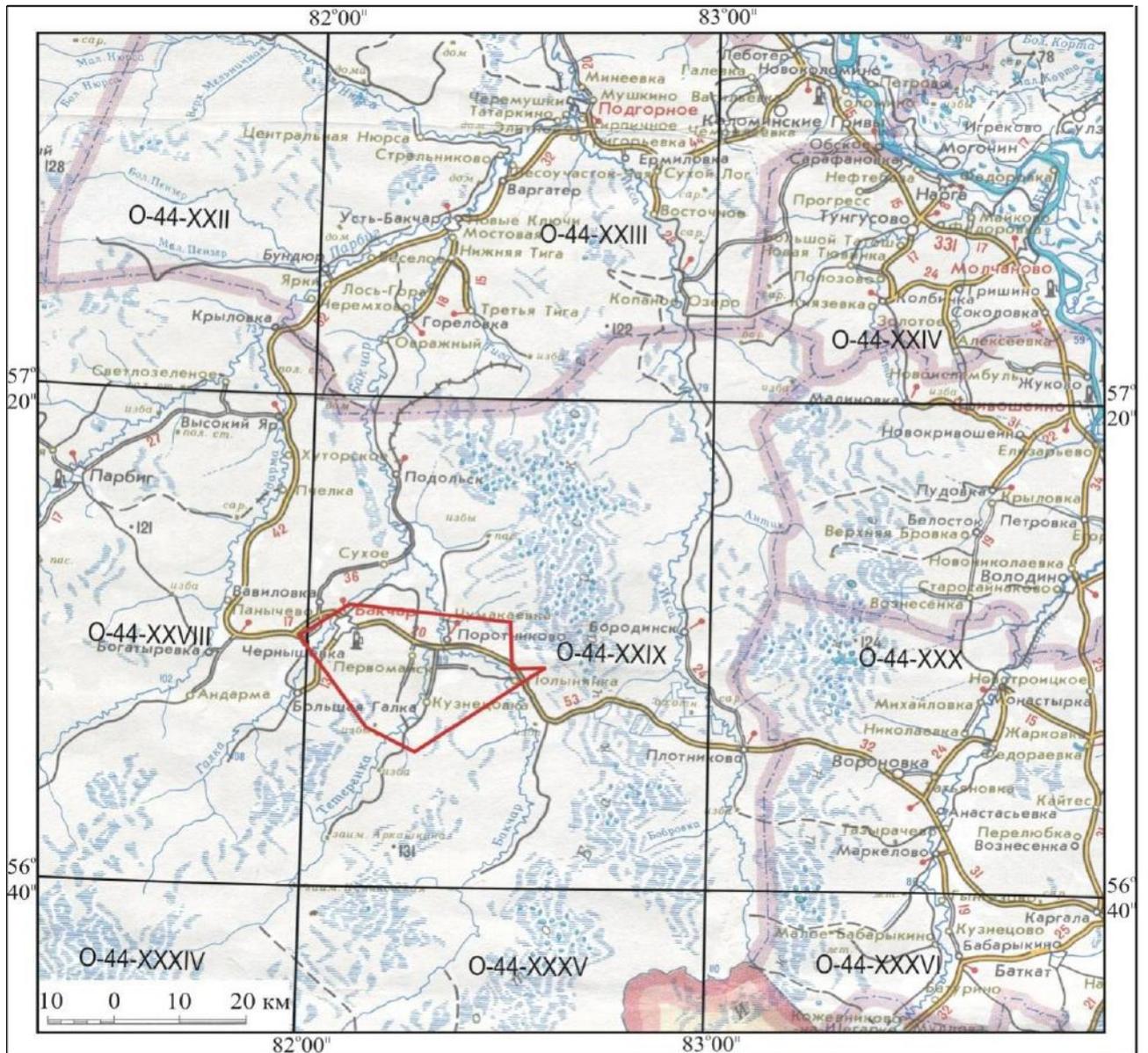
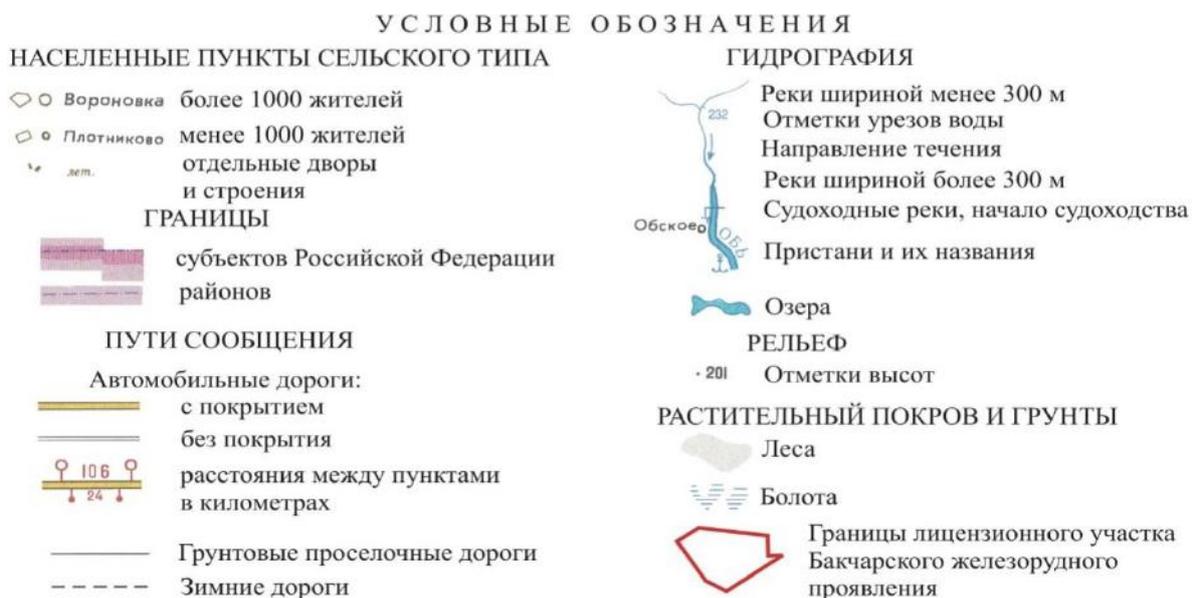


Рисунок 3. Обзорная карта Бакчарского железорудного проявления (Оценка Бакчарского..., 2009) М 1:1000000



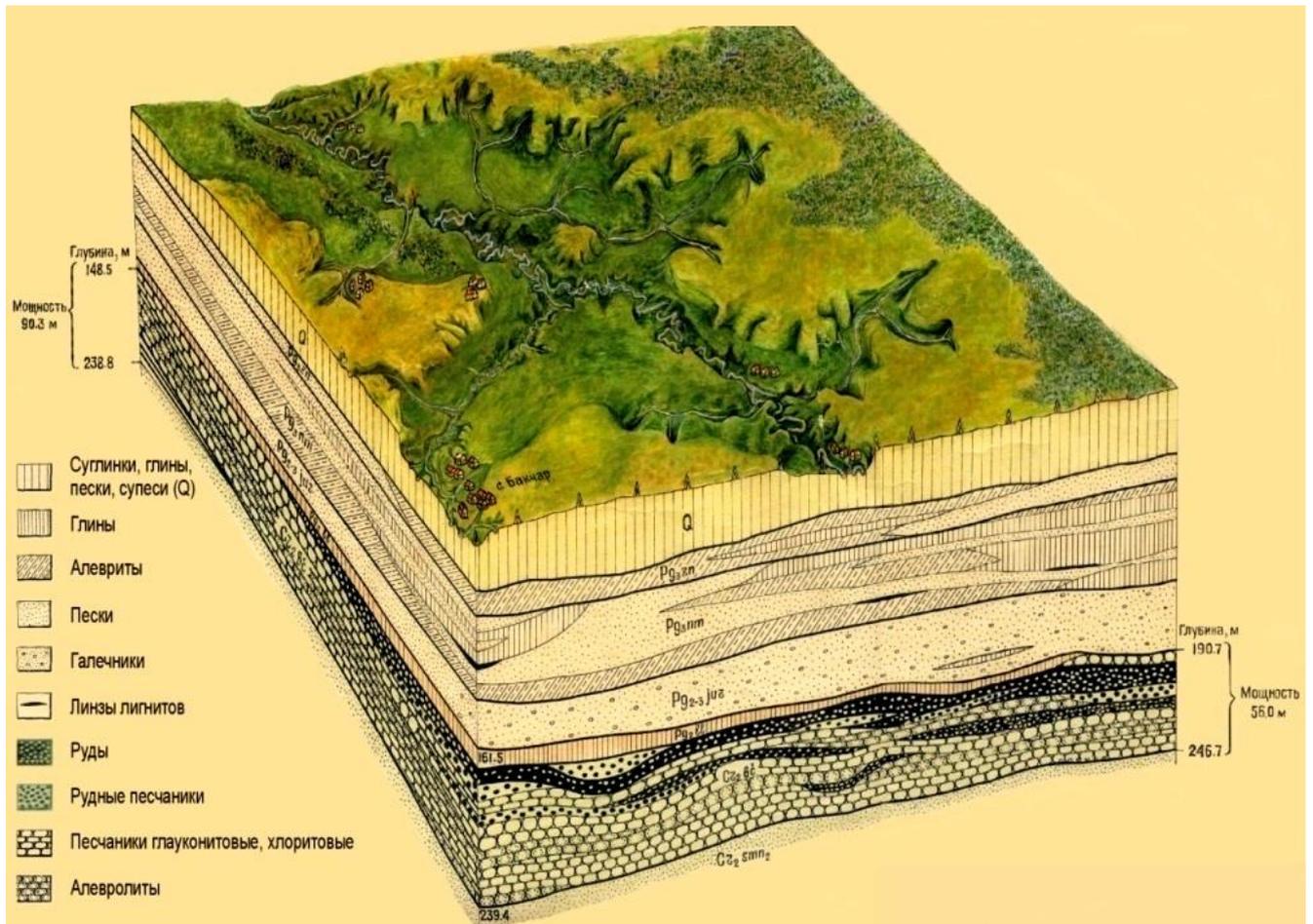


Рисунок 4. Блок-диаграмма Бакчарского железорудного проявления (Бабин, 1959)

Ресурсы железной руды Бакчарского проявления, состоящего из двух участков (Восточного и Западного), с содержанием железа 30 % и выше составляют около 28 млрд. т. Кроме Бакчарского, на территории соседних районов расположено еще три проявления, менее изученные. Специализированным горнодобывающим предприятием «ТомГДК руда» была получена лицензия на право доразведки и добычи перспективного участка Бакчарского проявления – Восточного (Полынянского) площадью 37,5 кв. км. с прогнозными ресурсами около 3 млрд. т., содержанием железа около 40 %, средней толщиной железорудных пластов около 40 м. В рудах присутствуют примеси марганца, ванадия, титана, алюминия, редкие и благородные металлы (Оценка Бакчарского..., 2009).

Проявление железных руд было открыто в 1957 г. при проведении структурно-поискового бурения коллективом геологов поисковой партии

Новосибирского территориального геологического управления. К этому времени в литературе появились первые сведения об открытом несколько ранее Колпашевском месторождении (Бабин и др., 1957; Шацкий, 1957; Нагорский, Зайченко, 1957). В 1958 г. М. П. Нагорским были опубликованы первые сведения о Бакчарском рудопроявлении: о минеральном составе и мощности руд, о локализации последних и трех горизонтах различного возраста, закономерностях строения последних и палеогеографии времени формирования железорудных горизонтов, о вероятных источниках поступления железа в бассейн.

Позднее появились иные представления о фациальных условиях формирования рудосодержащих горизонтов, которые Ю. П. Казанский (1959, 1960) описывал как разнофациальные образования.

В период с 1958 по 1965 гг. в статьях нашли отображение сведения об минералах, которые слагают руды и породы (рудовмещающие) в районе Среднего Приобья. Большая часть которых имеют отношение к Бакчарскому рудопроявлению. В свое время, Т.И. Гуровой (1959), Ю.П. Казанским (1958), Е.В. Шумиловой (1963) были описаны обломочные минералы.

Вопросы минералогических характеристик глинистых минералов, их распределения в отложениях разных фаций находят отображение в статьях К. М. Абакумовой и др. (1965), Т. Ф. Антоновой (1960), Е. Г. Сорокиной (1960), Ю. П. Казанского и др. (1960), а также в сводных диалогических работах (Бузулуцков, 1957; Казаринов, 1958; Шумилова и др., 1963). В ряде монографий (Бузулуцков, 1957; Казаринов и др., 1958) были даны первые сведения и о хемогенных минералах; довольно детальная характеристика всех минералов дана Ю. П. Казанским (1963); специальные статьи посвящены исследованию отдельных минералов: фосфатов (Казанский, Усов, 1960; Миртов, Васильев, 1958; Иванов, Казанский, 1958; Белоусов, Николаева, 1961), глауконита (Гурова, 1959. 1960), хлоритов (Николаева, 1965).

В 1964 г. состоялась публикация сборника, подготовленного большим коллективом авторов. Сборник назывался «Западно-Сибирский железорудный

бассейн» и посвящен вопросам геологии рудосодержащих отложений. В этой работе, в общих чертах, наряду с другими рассматривается Бакчарское проявление железных руд. Геолого-экономическая характеристика его дана А. А. Бабиным, а литолого-фациальное описание железоносной толщи – Н. Х. Белоус.

Общая геоэкологическая оценка района по данным изучения поверхностных вод, была дана Н.М. Рассказовым (1968) и М.А. Здвижковым (2005). По их данным район рассматривается как слабо трансформированный.

1.1. Характеристика района работ

Бакчарский район, расположенный на юге Томской области, граничит с востока с Парабельским районом, с юга с Новосибирской областью, с севера с Парабельским и Чаинским, с запада с Кривошеинским, Молчановским, Шегарским районами. Территория района – 24,7 тыс. км².

В районе 25 населённых пунктов, 8 сельских администраций. Районный центр – с. Бакчар, расположенный на берегу реки Галка (приток реки Бакчар, протекающей с юга на север), находится на расстоянии 220 км от г. Томска.

В состав муниципального образования входит 6 сельских поселений: Богатыревское Бакчарское, Высокоярское, Вавиловское, Поротниковское, Плотниковское, Парбигское (Экологический мониторинг..., 2012).

Бакчарский район занимает часть восточной окраины Западно-Сибирской аккумулятивной равнины и располагается на СВ склоне Обь-Иртышского междуречья. Наиболее характерной особенностью района является его повсеместная заболоченность и развитие таких крупнейших в мире торфяников, как Васюганский, Лайминский и др., с запасами торфа, не имеющим себе равных (Евсеева, 2001).

Наибольшие высоты района находятся к югу от с. Бакчар, в самых верховьях р.Шегарки и достигают в отдельных случаях 160 м абс. С этого водораздельного плато, представляющего собой типичную равнину, берет начало ряд правобережных притоков р. Иртыша и левых р.Оби. К этим последним

начиная с юга, относятся река Икса, Бакчар, Тетеренка, Галка, Андарма и Парбиг. Все перечисленные притоки, сливаясь в районе с. Подгорное, образуют условно-судоходную р. Чаю.

Частные водоразделы рек, едва различимые в рельефе, имеют абсолютные отметки 130 – 145 м, как правило сильно заболочены. Особенно сильно заболочен водораздел рек Икса-Бакчар, где с юга на север простирается обширное и непроходимое Бакчарское болото со множеством мелких озер и опасных топей (Евсеева, 2001).

Повсеместная равнинность рельефа с малыми уклонами, слабо развитая донная эрозия и ряд других причин привели к образованию плохо дренируемой площади, на поверхность которой климатические и геологические условия способствовали широкому развитию открытых или залесенных торфяниковых топей.

Микрорельеф характеризуется развитием слабовыпуклых, с очень пологими склонами, возвышений или слегка вогнутых отрицательных форм. Наблюдаются лесные гривы и разделяющие их лощины.

Поверхностный сток незначительный, гидрогеографическая сеть развита слабо, а русла современных водотоков скорее представляют собой древние лощины стока.

Малая глубина врезания речной сети и ее неразвитость свидетельствует о зачаточной стадии современного дренажа, а эрозионная деятельность проточных вод ограничивается изменениями в русле рек и поймах, имеющих иногда исключительные размеры в период весеннего половодья.

Площадь водозабора наиболее значительных рек не велика: р.Бакчар – 6260 кв. км, Парбиг – 6230 кв. км, р.Икса – 2330 кв. км, и т.д.

Общим характером открытых водотоков в летний период является их мелководность в летний период и чрезвычайно извилистое русло с крупными миандрами. Берега рек низкие и заболочены, поймы широки. Ширина русла рек всего 10 – 30 м., глубина в межень 0,70 – 1,5 м., уклон русла 0,00015 – 0,0003.

В меженное время водный режим рек характеризуется довольно устойчивым расходом и уровнем. Вода таких рек, как Галка, Тетеренка, Бакчар едва струится в летнее время, а русло и берега поростают буйной травянистой и болотной растительностью. Но совершенно другая картина наблюдается во время весеннего половодья: уровень воды быстро поднимается на 5 – 7 м, река выходит из берегов и затопляет прибрежные болота, течение потока стремительное. Вода рек кофейного цвета, в паводок становится густо коричневой.

Воды рек богаты содержанием органических соединений, вносимых из окрестных торфяников, имеют слабую минерализацию и содержат малое количество взвесей.

С севера описываемый район открыт для вторжения арктических масс воздуха, поэтому среднегодовая температура воздуха – 1,6 град. Цельсия. Максимальная годовая амплитуда колебаний температуры воздуха 86,6 град. Цельсия. Средняя температура воздуха в июле 21 – 22°, максимальная 35 – 36°. Минимальная температура воздуха – 53°, продолжительность покрова снежного около 175 дней (Евсеева, 2001).

В год количество осадков составляет около 469 – 506 мм, из которых в теплый период выпадает 329 – 375 мм (70% годовой нормы). Максимум в июле-августе от 60 до 90 мм. Минимум в феврале от 10 до 20 мм. Следует сказать, что район находится в зоне избыточного увлажнения.

Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде октября и продолжается до 20 апреля. Глубина промерзания почвы в среднем 130 см, наибольшая 157см. На открытых участках мощность снегового покрова от 40 до 60 см, на защищенных от 60 до 80 см. Период снегостава составляет около 175 дней (Евсеева, 2001).

Наибольший запас воды в снеге наблюдается на заселенных участках и составляет 125 – 140 мм.

Что касается давления, то наивысшее давление устанавливается в холодный период года.

Подводя итог выше сказанному, можно сказать, что климат района сугубо континентальный с большой разницей летних и зимних температур. Весна короткая, холодная и ветреная. Лето жаркое, но короткое, изобилующее осадками. Зима суровая с метелями (Евсеева, 2001).

1.2. Растительность и почвы

Территория района входит в состав Западно-Сибирской провинции южно-таежной подзоны. Особенностью почв этой подзоны является: 1) наличие в нижней части профиля признаков глееватости; 2) карбонатность почвообразующих пород; 3) сохранность реликтовых признаков почв в виде 2-х гумусовых горизонтов.

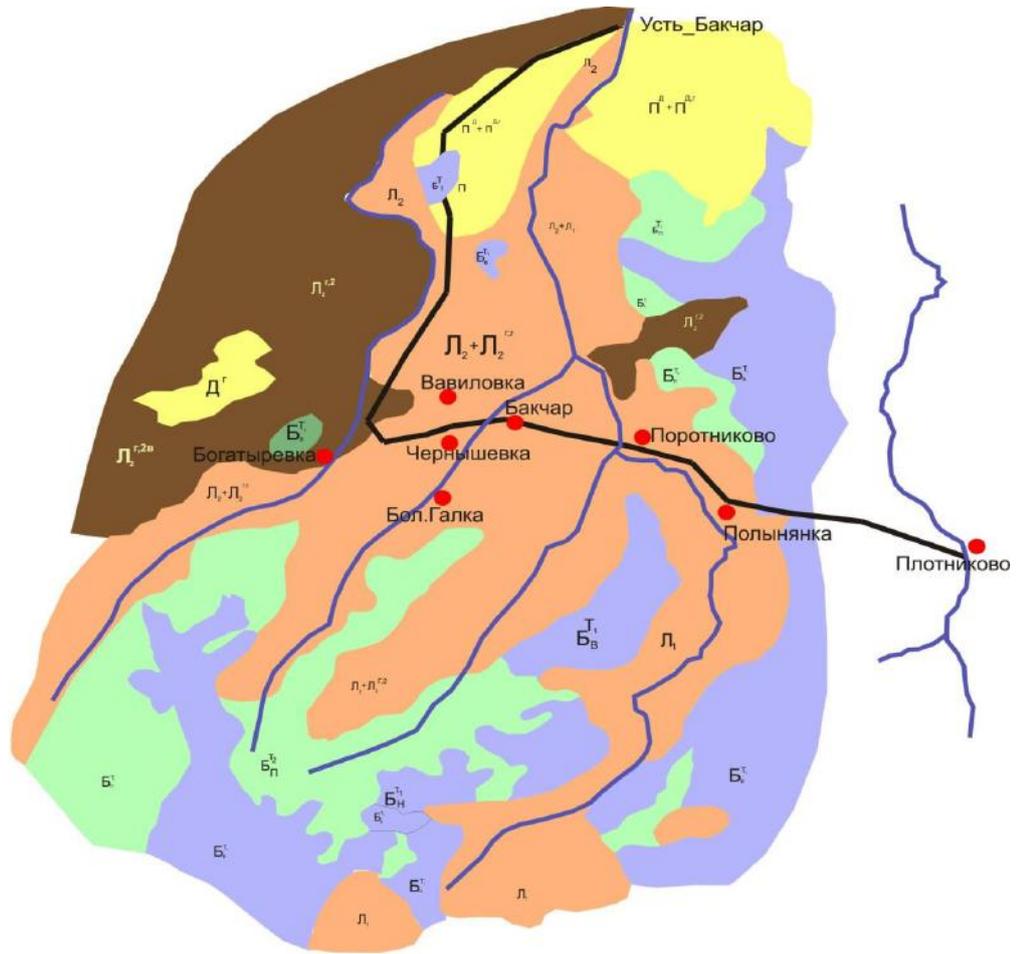
Климатическими особенностями района (длительный холодный период, большое количество осадков, медленное оттаивание и глубокое промерзание почв) и тяжелым механическим составом водоупорных горизонтов обуславливается проявление глееватости из-за почвенно-грунтовой верховодки.

В работе К.А. Уфимцевой (1974) приведена детальная классификация рассматриваемых почв район (рисунок 5):

I тип – Подзолистые: Подтип – Дерново-подзолистые: 1) со 2-м гумусовым горизонтом глубинно-глеевые; 2) со 2-м гумусовым горизонтом глубинно-глееватые остаточные карбонатные; 3) глеевые со 2-м гумусовым горизонтом; 4) глеевые остаточно-карбонатные со 2-м гумусовым горизонтом.

II тип – Дерново-глеевые: Подтип – Дерново-глееватые осолоделые и оподзоленные со 2-м гумусовым горизонтом: 1) слабоосолоделые и слабооподзоленные; 2) типичные; 3) торфянисто-перегнойно-глеевые;

III тип – Болотные: Подтипы: 1) торфяно-глеевые; 2) верховые торфяные на низинных торфяных залежах.



Условные обозначения.

B_v^T	болотные верховые торфяные на мелких и средних торфах
B_n^T	болотные переходные торфяные на мелких и средних торфах
B_n^T2	болотные верховые торфяные на глубоких торфах
$L_2+L_2^{r2}$	серые лесные+серые лесные глеевые и глееватые
L_2	серые лесные
L_2+L_1	серые лесные+светло-серые лесные
D^r	дерново-глеевые и перегнойно-глеевые
B_n^T	болотные низменные торфяные на мелких и средних торфах
$p^d+p^d^r$	дерново-подзолистые+дерново-подзолистые глеевые
L_2^{r2}	серые лесные глеевые и глееватые
L_2^{r2v}	серые лесные глеевые и глееватые со вторым гумусовым горизонтом
L_1	светло-серые лесные

Рисунок 5. Карта почв части Бакчарского района по данным Уфимцевой К.А. (1974)

Большая часть исследуемой территории занята серыми лесными-глеевыми и глееватыми почвами с разной степенью переувлажнения и болотными почвами.

Заболоченность территории составляет 50%. Этому способствует:

- а) избыток увлажнения ($K_{увл}=1$);
- б) слаборасчлененный плоский рельеф и отрицательные колебания поверхности;
- в) неразвитая гидросеть с малыми уклонами русел;
- г) слабоваттая водоотдача торфов (Бронзов, 1930).

1.3. Геоморфология

По схеме геоморфологического районирования С.С. Воскресенского (1962) территория Бакчарского района лежит в области древней озерной плоской равнины Барабинской низменности.

Здесь выделяется рельеф 3-х типов:

- 1) равнина озерная древняя среднечетвертичного возраста;
- 2) склон озерной древней равнины;
- 3) речные долины;

1) Представляет собой водораздельное плато с абсолютными отметками от 110 до 127 м. Эти отметки в пределах и за пределами района уменьшаются с юго-запада на северо-восток и в сторону речных долин. Максимальные превышения над уровнем воды в реках составляют 38 м, что свидетельствует о слабых восходящих движениях на современном этапе геологического развития района. Наименьшие глубины залегания палеозойского фундамента располагаются в южной половине территории, а на север происходит погружение поверхности палеозойского фундамента. Наивысшие абсолютные отметки современного рельефа также отмечаются в южной половине района и уменьшаются к северу. Наибольшие абсолютные отметки современной поверхности расположены на ЮЗ, а наименьшие – на СВ. Наиболее же высокая часть палеозойского рельефа располагается на юго-восточном направлении, а низкая – на северо-западном, что говорит о перестройке поверхности, благодаря произошедшим тектоническим движениям в период палеозойского до настоящего времени.

Водораздельная равнина слагается песчано-глинистыми отложениями нижнечетвертичного и среднечетвертичного возраста демьяновская, тобольская, самаровская свиты и отложениями ширтинского и тазовского горизонтов объединенных. Мощность четвертичных осадков составляет 60м, что говорит о том, что территория испытывала устойчивое погружение в четвертичный период и оставалась областью преобладающей аккумуляции.

Поверхность района ровная, повсеместно интенсивно заболочена. Заболоченные пространства древней озерной равнины слабо дренируются мелкими речками и ручьями. Благодаря преобладанию выпадения атмосферных осадков над испарением, в настоящее время происходит рост заболоченных пространств (Бронзов, 1930).

2) Район развития оторачивается склоном, понижающимся в сторону речных долин.

Абсолютные отметки склона меняются в пределах 100 – 120 м. Поверхность склона изрезана овражно-балочной сетью, довольно хорошо дренируется и характеризуется слабым развитием болот. Геологическое строение районов развития склона аналогично строению древней озерной равнины, но отличие от последней, в пределах склона комплекс нижне-среднечетвертичных осадков перекрыт покровными проблематичными суглинками, отсутствующими в пределах древней озерной равнины, ввиду развития на ее поверхности отложений болот, синхронных по возрасту с покровными суглинками, а также более молодого возраста.

Инфильтрация осадков происходит по легко проницаемым суглинкам, разбитым густой сетью трещин вертикальной отдельности. Суффозионно-просадочные блюдца и западины имеют небольшие размеры (диаметр 15 – 20м, глубина 1 – 5м.)

Суффозионно-просадочные глухие долины достигают в длину 100 м, в ширину – 20 – 40 м.

3) Речными долинами занята большая часть территории района. Следует отметить речные долины рек: Бакчара, Галки, Тетеренки, Иксы, вдоль которых

выделяются нерасчлененные пойменная и первая надпойменная террасы и нерасчлененная вторая и третья надпойменные террасы. Формирование террасового комплекса произошло в средне-, верхнечетвертичное время и современный период в результате периодических эпейрогенических движений.

В устьях мелких рек иногда наблюдаются хорошо выраженные прирусловые валы, являющиеся результатом подпора вод притоков водами крупных рек. При высоком местном базисе эрозии в период половодья вследствие быстрой потери живой силы воды мелких рек, при впадении в более крупные реки обломочный материал, приносимый потоками, осаждается в их устье, образуя прирусловые валы. Последние также часто отделяют нерасчлененные 1 надпойменную террасу и пойменную террасы от нерасчлененных 2 и 3 надпойменных террас и местами прослеживается вдоль рек Бакчар, Галка, Икса и Тетеренка.

По геоморфологическому строению это довольно однотипная территория с вытянутыми в меридианном отношении широкими корытообразными и ассиметричными междуречьями.

Двуслойность в строении торфяных залежей водораздельных болот является особенностью территории: нижние пласты залежи сложены гипново-осоковыми или осоковыми торфами, перекрытые отложениями сфагновых верховых торфов. Это разнообразие объясняет длительность их стадии развития, которая обусловлена высокой карбонатностью подстилающих пород (Назаров и др., 1991).

1.4. Полезные ископаемые

Согласно карте полезных ископаемых Томской области (Черняев и др., 2001) полезные ископаемые района представлены следующими месторождениями:

1. На территории Бакчарского района расположена Бакчарская железорудная площадь, расположенная в 200 км к северо-западу от г.Томска в менее обжитом таежном и болотистом районе. Площадь около 700 кв. км

опоискована посредством одного поперечного профиля скважин колонковых через каждые 2400 метров друг от друга, а также единичными скважинами на периферии. Возраст отложений от турона до эоцена, состоят они из песков и алевролитов, с прослоями гравелитов, кварц-хлорит-глауконитовых песчаников. Согласно полученным данным (по 9-ти скважинам) мощность залежи рудоносного слоя составляет 25,7 метров, при средней мощности перекрывающих пород 191 м и содержании железа 37,4%.

Концентраты с содержанием железа от 53 до 61% при извлечении 91,3 – 95,8% были получены в результате лабораторных опытов (обжиг-магнитный метод обогащения руд).

В офлюсованном агломерате содержание железа от 49 до 51 %, мышьяка от 0,021 до 0,052 %, фосфора в руде 0,13 %, а в гидрогетитовых оолитах 0,34 % (Отчет по Госконтракту, 2009).

Перспективные ресурсы железных руд оцениваются на Бакчарской железорудной площади в 28 млрд.тонн. На площади вскрыты 5 водоносных горизонтов, являющихся частично напорными и связаны с отложениями олигоцена, четвертичного покрова и верхнего мела. Предполагается вести добычу руды не карьерным способом, а с помощью скважинной гидродобычи (Нагорский, 1958).

2. Крупное Парбигское месторождение оолинитовой железистой руды и песчаников железистых, располагающееся в верховье реки Парбиг; условие залегания – пластообразное тело (нарымский горизонт).

3. Малое Бакчарское месторождение суглинков. Находится в 2,5 кв. км на запад от с. Бакчар; условие залегания – пластообразное тело. На данный момент не эксплуатируется. Прогнозные запасы оцениваются в 693 тыс. куб. м. Возможная сфера применения – строительство (кирпич) (Экологический мониторинг..., 2012).

4. В ЮЗ части пос. Бакчар находится месторождение подземных вод (запасы, утвержденные 17,5 тыс. м³ / сут. (Экологический мониторинг..., 2012).

Также на территории района встречаются: месторождения бурого угля, установленные по единичным скважинам (месторождение Бакчарское, Хуторское), колоссальные залежи торфа, проявление фосфоритов, повышенные, но непромышленные содержания титан-содержащих минералов и циркония, суглинки, керамзитовые глины и строительные пески (Паровинчак и др., 2001).

1.5. Земельные, лесные, водные ресурсы

В Бакчарском районе леса покрывают 2079,4 тыс. га. Лесные земли Бакчарского лесхоза занимают площадь, равную 67,1% площади района, из них 66,2% покрыто лесами.

Общая площадь лесов – 1391,1 тыс. га, в том числе 736,1 тыс. га – хвойных, 655 тыс. га – лиственных. Расчетная лесосека – 2410,1 м³. Распространены хвойные и лиственные леса, междуречья и южная часть района заболочены. Из хвойных присутствуют ель, пихта, кедр, из лиственных – берёза, осина и кустарники. Каждый год добывается от 0,4 до 1,3 млн. куб.м артезианской воды. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод на 2005 г. здесь составляли 1490,3 тыс. м³/сут. (Экологический мониторинг..., 2012).

В Бакчарском районе есть возможность для сбора дикорастущих – кедровые орехи, ягоды, грибы (эксплуатационные запасы составляют – 410,1 т. (2,3 %), биологические – 1037,6 т. (2 %), хозяйственные – 201,2 т. (0,2 %) от областных) (Евсеева, 2001).

Ввиду разнообразия и обширности лесных угодий, относительно невысокой плотности населения района, на территории района сохраняется высокая численность охотничье-промысловых видов животных и боровой дичи (Экологический мониторинг..., 2012).

Глава 2. Краткий очерк о геологическом строении района исследований

2.1. Сведения об изученности района

2.1.1. Геологическая и геофизическая изученность

По Международной геодезической разграфке основная часть исследуемой территории расположена на площади листа О-44-XXIX, а западная окраина лицензионного участка относится к листу О-44-XXVIII (рисунок 6, 7).

В 1944 – 1949 гг. проводились геолого-съёмочные работы масштаба 1:1 000 000 листа О-44 (Колпашево), на основании которых в 1958 г. М.П. Нагорским была подготовлена и издана под редакцией И.И. Краснова геологическая карта листа О-44. В 1964 г. М.П. Нагорским с учетом материалов структурно-поискового и глубокого бурения составлен новый вариант геологической карты листа О-44.

Вопросам геоморфологического районирования и истории развития Западно-Сибирской равнины посвящены работы А.А. Земцева, С.Б. Шацкого, Ю.П. Казанского и др., расширившие познания о строении четвертичных толщ и о взаимосвязях форм рельефа территории с отложениями и тектоникой.

В 1956 – 1958 гг. для планирования нефтепоисковых работ трестом ЗапСибнефтеразведка под руководством Е.М. Зубарева и Н.Д. Семенова разбурены структурно-поисковых профили по долинам рек Чая, Парабель, Чузик глубиной до 500 м. На Парбиг-Чаинском профиле выявлены два горизонта железных оолитовых руд в подошве ганькинской и в кровле ипатовской свит.

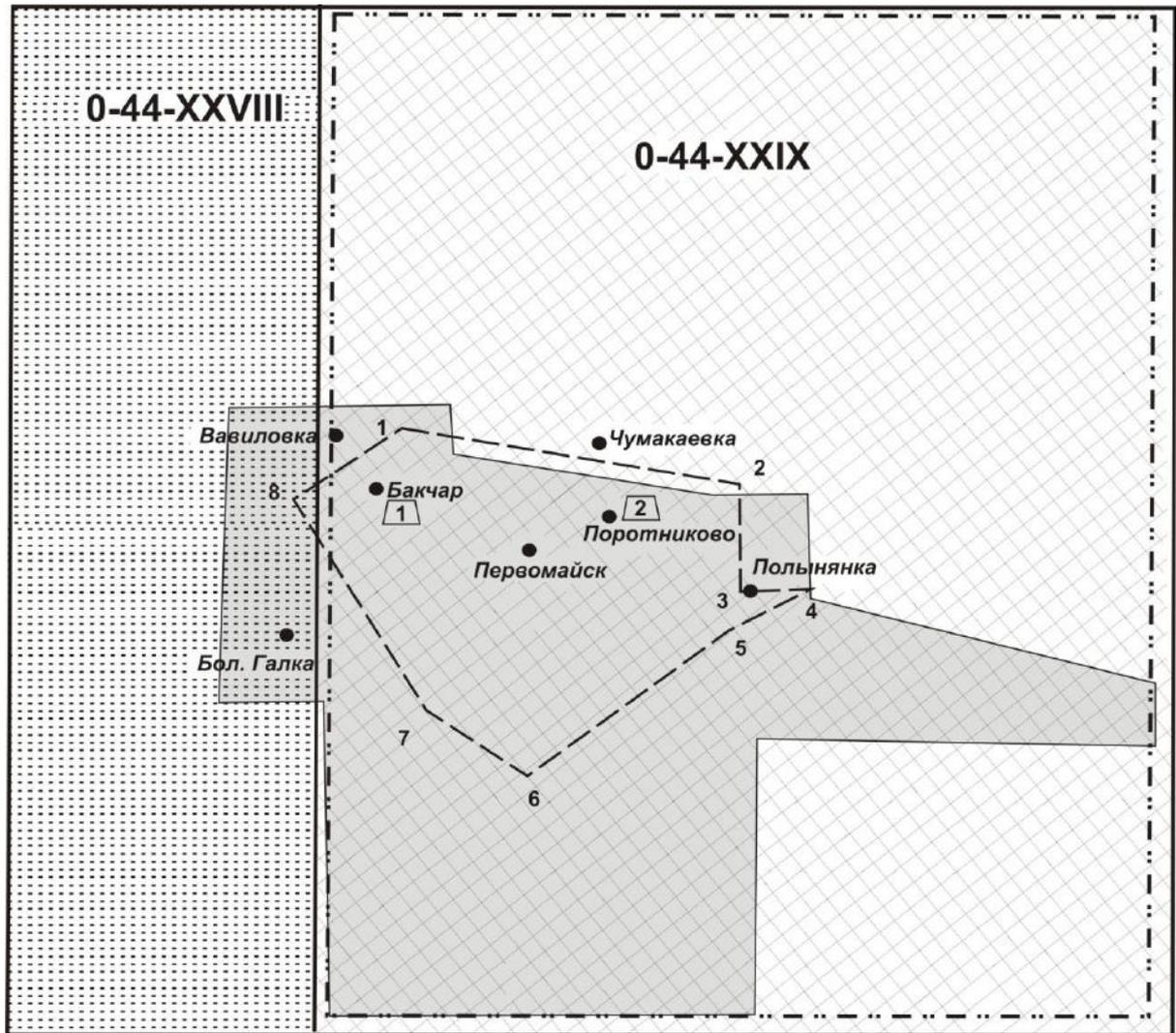


Рисунок 6. Схема геологической и гидрогеологической изученности

0 5 10 15 20 25 30 км

Условные обозначения:



- а – гидрогеологическая съемка М 1: 200 000, Бакчарская партия (Бабин, 1964)
- б – гидрогеологическая съемка М 1: 200 000, Обская партия (Кривенцов, 1979)
- в – гидрогеологическая съемка М 1: 200 000, Парбигская партия (Кривенцов, 1986)
- г – площадь поисковых работ, Бакчарская партия (Бабин, 1958)
- д – участки водоснабжения с утвержденными запасами в ТКЗ (Осипов и др., 1977):
Бакчарский (1), Поротниковский (2)
- е – граница Лицензионного участка

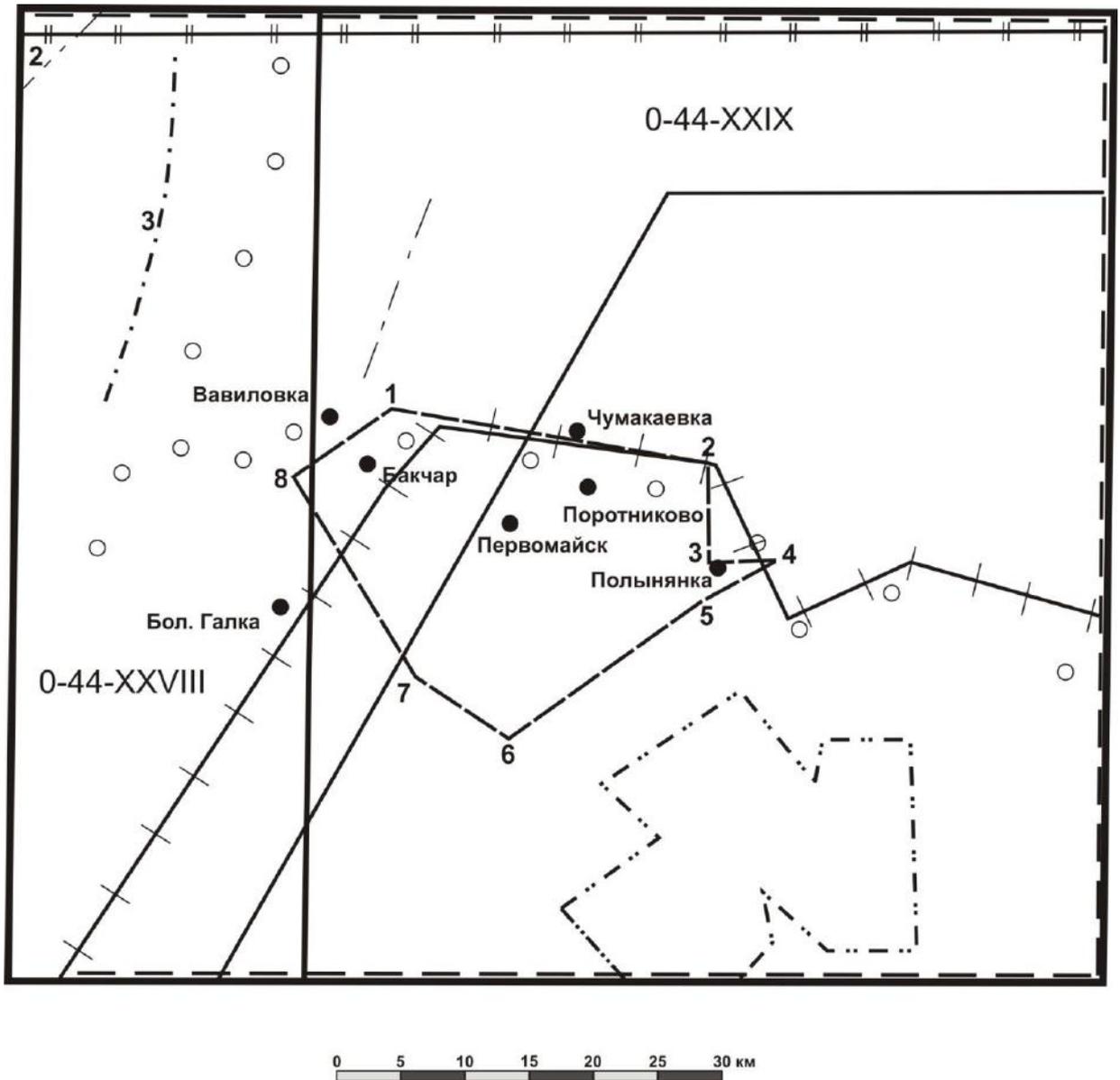
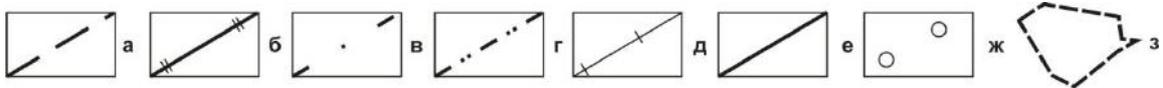


Рисунок 7. Схема геофизической изученности

Условные обозначения:



а – гравиметровая съемка М 1: 200 000, партия 62/57-58

б – отдельные пункты электроразведки ТТ, выполненные в 1956 г.

в – аэромагнитная съемка М 1:50 000, партия 148/87-88

г – сейсморазведка МОВ профильная, М 1:100 000, партия 81/56(1), партия 41/57(2), партия 28/62 (3)

д – сейсморазведка МОВ и ОГТ площадная М 1:100 000, партия 81/56

е – сейсморазведка а.с.з. МОВ площадная М 1:100 000, партия 19/58

ж – сейсморазведка а.с.з. МОВ площадная М 1:100 000, партия 27/63-64

з – граница Лицензионного участка

В 1958 – 1959 гг. по результатам опробования кернa структурно-поисковых скважин (Бердников, 1958) оконтурены границы Западно-Сибирского железорудного бассейна. Изучение кернa и сопоставление разрезов структурно-поисковых скважин по каротажным диаграммам позволило получить первые представления о геологическом строении платформенного чехла, его стратиграфии, тектонике и полезным ископаемым.

В 1957 – 1958 гг. Бакчарской партией в результате поисково-оценочных работ, выявлены значительные скопления железных руд. Прогнозные геологические запасы по Бакчарскому участку определены в 18,3 млрд. тонн, в том числе по верхнему бакчарскому горизонту 12,6 млрд. тонн и по колпашевскому – 5,7 млрд. тонн. Петрографический состав и фациальные условия их образования отражены в работах Н.Х. Белоус, И.В. Николаевой (1964).

В 1962 – 1964 гг. была проведена геологическая съемка на площади лист О-44-XXIX в масштабе 1:200 000 (Бабин, 1964). В результате этих работ детально изучены отложения верхнемелового и палеогенового возраста до глубины 500 м и связанные с ними твёрдые полезные ископаемые и подземные воды.

В результате съемочных работ Бакчарской партии оконтурено Бакчарское проявление осадочных железных руд. По химическому составу руды являются кислыми, фосфористыми и ванадийсодержащими. Технологическими испытаниями установлена возможность обогащения обжигомангнитным способом, с содержанием железа в концентратах 56-57 %.

2.1.2. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность

Первая сводная работа по гидрогеологии и первый кадастр подземных вод Обь-Иртышского междуречья были опубликованы в 1939 году М.И. Кучиным.

В 1962 – 1964 гг. в процессе геологосъемочных работ масштаба 1:200 000 (Бабин, 1964) проводились гидрогеологические исследования, в результате которых составлена гидрогеологическая карта, отвечающая кондициям масштаба 1:500 000 с отражением первых от поверхности водоносных горизонтов, их водообильности и химического состава. В 1976 – 1977 гг. (Скогорева, 1977) в

результате предварительной разведки эксплуатационные запасы Бакчарского проявления подземных вод палеогенового водоносного горизонта подсчитаны и утверждены по участкам: Бакчарский, Поротниковский. В 1957 – 1959 гг. А.А. Бабиным и А.С. Донченко при проведении поисковых работ на железные руды в пределах листа О-44-XXIX изучались инженерно-геологические и гидрогеологические условия разработки Бакчарского рудного поля, с расчетами максимального водопритока в проектируемый карьер для открытой разработки железных руд. Работами 1984 – 1989 гг. по восточной части Томской области завершена региональная оценка прогнозных ресурсов подземных вод.

2.1.3. Геологическое строение

В геологическом отношении район представляет собой выхолмленную заболоченную равнину. Выделяется два типа рельефа первого порядка: эрозионный и аккумулятивно-эрозионный (Бабин, 1969).

Район, по тектоническому отношению, представляет собой 2-х ярусное строение: 1) нижний этаж (глубина 1800 – 2600 м) представлен слабодислоцированными палеозойскими породами; 2) верхний – мезокайнозойские образования залегают полого.

В геологическом строении района участвуют свиты: 1) покурская (континентальные верхнемеловые отложения нерасчлененные); 2) симоновская (континентальные верхнемеловые отложения); 3) новомихайловская, знаменская, люлинворская, юрковская свиты (прибрежно - морские отложения); 4) самаровская и тобольская свиты (отложения четвертичной системы, тазовский и ширтинский горизонты.), а также отложения аллювия на террасах – 3-й надпойменной террасы, поймы реки Бакчар и ее 1-й надпойменной террасы, болотные отложения (Бабин, 1969).

2.1.4. Стратиграфия

В основу стратиграфического расчленения разреза отложений Бакчарского района положена стратиграфическая схема мезокайнозойских отложений

Западно-Сибирской низменности. Исходя из этих определений, верхняя часть колпашевской серии отнесена к бакчарской свите (Бабин, 1969) (рисунок 8).

В геологическом строении описываемой территории принимают отложения мезозоя и кайнозоя. Нижним стратиграфическим членом вскрытого разреза являются отложения верхнего мела. Стратиграфическое расчленение мезозойских и третичных отложений исследуемой территории представляется в следующей схеме:

Верхний мел: они представлены континентальными, прибрежно-морскими и морскими фациями. Весь разрез верхнемеловых отложений сложен 3 свитами: симоновской, колпашевской и бакчарской:

- а) Симоновская свита.
- б) Колпашевская железоносная серия.

На основании литологического состава описываемая железоносная серия осадков делится на две свиты: колпашевская и бакчарская.

В составе колпашевской свиты преобладают глинистые песчаники, алевролиты и кварц, глауконитовые песчаники, железистые песчаники и оолитовые руды, которые имеют подчиненное распространение.

Бакчарская свита выделена впервые (Бабин, 1969). Руды более богаты железом, нежели в колпашевской свите.

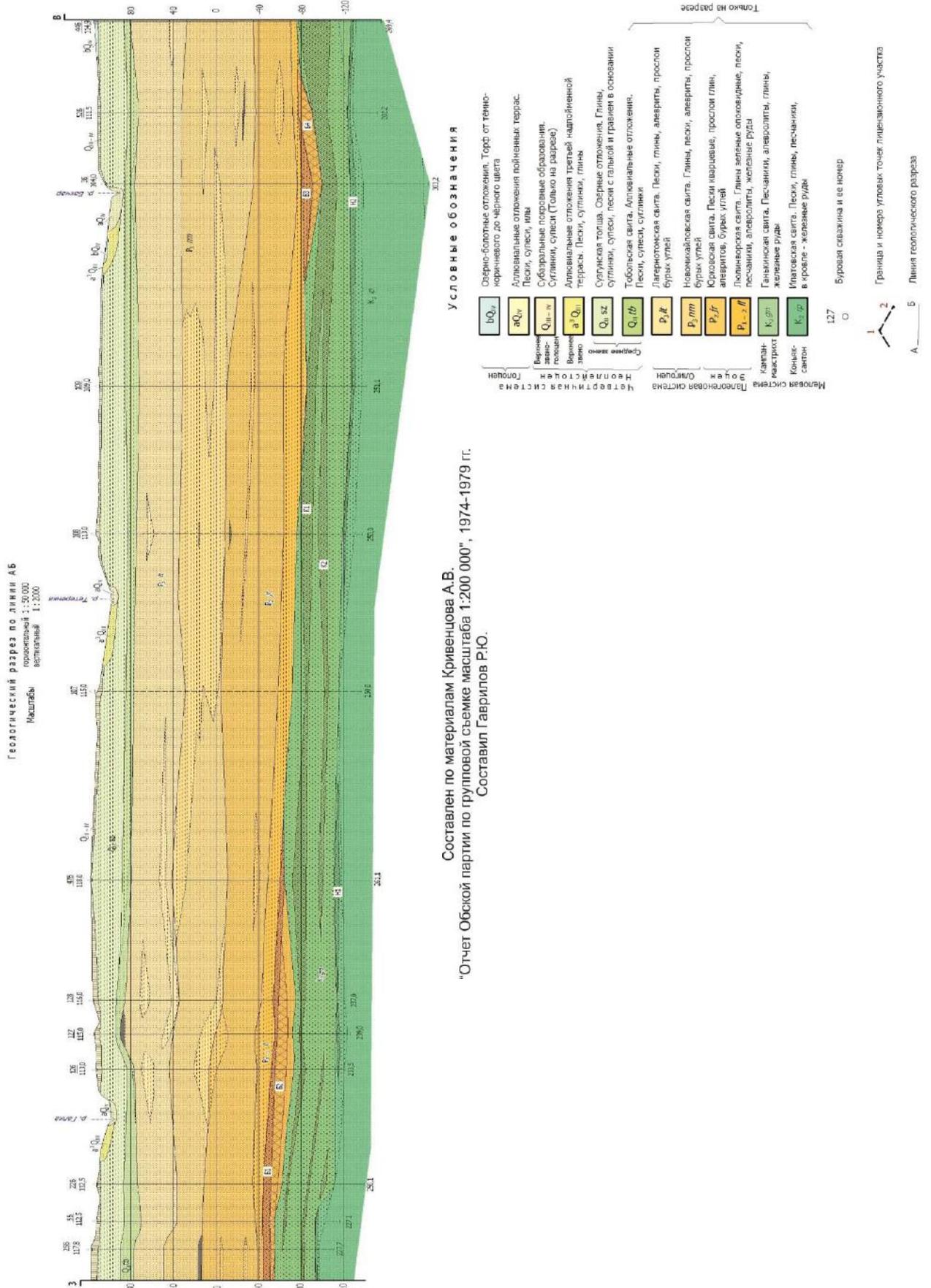


Рисунок 8. Геологический разрез по линии А-Б.

Составлен по материалам Кривенцова А.В.
 "Отчет Обской партии по групповой съемке масштаба 1:200 000", 1974-1979 гг.
 Составил Гаврилов Р.Ю.

Фациальные условия образования и литологический состав осадков обеих свит различен:

1. Отложения бакчарской свиты, представлены железистыми песчаниками и оолитовыми железными рудами прибрежно-морских фаций.

2. Отложения галицкой свиты, сложены в основном темно-серыми тонкослоистыми глинами и аргиллитами с редкими прослоями алевролита кварцевого или глауконитово-кварцевого состава.

Отложения бакчарской свиты с размывом лежат на осадках колпашевской свиты. В основании свита сложена оолитовыми железными рудами бакчарского горизонта.

Третичные отложения.

Третичные отложения представлены осадками палеогена. По фациальным условиям среди палеогеновых отложений преобладают континентальные отложения Некрасовской серии. В меньшей степени распространены осадки морских и прибрежно-морских фаций (чеганская и люминворская свиты).

Некрасовская серия осадков

Некрасовская серия осадков сложена песчано-глинистыми нецементированным комплексом пород и по литологическому составу делится на 3 свиты (снизу – вверх):

-атлымскую, представленную в основном песками;

-новомихайловскую, сложенную алевролитами и песками с прослоями глин и лигнитов;

-зятьковскую песчаную свиту;

Четвертичные отложения

Имеют покровный характер и пользуются широким распространением, покрывая сплошным чехлом междуречные пространства. По характеру осадков и условиям залегания четвертичные отложения можно разделить на 2 толщи:

1. Собственно, покровные отложения, пользующиеся наибольшим развитием;

2. Отложения аллювиальных террас.

Горизонты, содержащие руды приурочены к палеогеновым и верхнемеловым отложениям, перекрываясь толщей.

Мощность платформенного чехла, в который входят железоносные отложения составляет 2 километра (по данным геофизики).

Покурская свита (апт-альб-сеноман).

Ю. П. Казанский выделяет интервал 491—424 м, в котором отмечаются мелкозернистые серые пески слюдистые с прослоями гидрослюдистых глин и алевритов.

Кузнецовская свита (турон).

Эта свита по своим литологическим особенностям близка верхне-симоновской подсвите

Ипатовская свита (коньяк-нижний сантон).

Перекрывающие пестроцветные отложения серые глины, алевриты и пески относятся Ю.П. Казанским (1960) к ипатовской свите.

Славгородская свита (верхний сантон - кампан).

Горизонт, содержащий руды (нарымский) с маленьким размывом перекрыт пачкой пород (глауконитовых и алеврито-глинистых).

Ганькинская свита (маастрихт - даний) - располагается на отложениях, лежащих ниже.

Бакчарская свита (палеоцен-эоцен).

В центральной части низменности отложения указанного возраста выделяются под названием талицкой и люлинворской свит. В составе рассматриваемых отложений одни исследователи (Казанский, 1964; Белоус и др., 1960) различают два рудосодержащих горизонта, другие (Нагорский, 1957) — только один.

Чеганская свита (верхний эоцен - нижний олигоцен).

Рудосодержащие отложения трансгрессивно перекрываются пачкой глауконито-кварцевых песчаников с гальками кварца, кремня, сидерита и глинистыми окатышами.

Некрасовская серия.

Вмещает все континентальные олигоценовые и неогеновые отложения, с размывом перекрывает чеганские глины.

Четвертичные отложения.

Сплошным чехлом перекрывают нижележащие породы некрасовской серии. Мощность их достигает 40-50 м. Они представлены глинами и суглинками покровного характера (Бабин, 1969).

В настоящее время, болотно-озерные отложения развиты как на поверхности пойм и террас, так и на водоразделах.

Выделяется 3 группы болотных вод:

1. Имеет грунтовое питание, их минерализация 0,01-0,24 г/л. Гидрокарбонатные, гидрокарбонатные-хлоридные кальциево-магниевый.

2. Имеет смешанное питание, минерализация вод 0,02-0,18 г/л. Состав гидрокарбонатные-хлоридные, среди катионов преобладает кальций.

3. Атмосферное питание. Минерализация 0,02-0,06г/л, Состав гидрокарбонатные-хлоридные, среди катионов преобладает натрий (Бронзов, 1930).

2.2. Характеристика участка работ

2.2.1. Особенности геологического строения участка

Бакчарский рудный узел является частью Западносибирской железорудной провинции, расположен в Бакчарском административном районе в 200 км к западу от г. Томска. Площадь его 1200 км². Прогнозные ресурсы различными исследователями оцениваются от 18,3 млрд. т (Шахов, 1964) до 28 млрд. т по категориям P₁+P₂ (Конторович, 2000). По оценке Е.В. Черняева по P₁ прогнозные ресурсы - 28,6 млрд. т., по P₂ – 23,6 млрд. т.

Продуктивные отложения приурочены к 3-м стратиграфическим уровням - песчаным толщам палеоценового, эоценового и позднемелового возраста: бакчарскому, колпашевскому, нарымскому горизонтам.

Оолитовые руды относятся к 3-м горизонтам (сверху-вниз): бакчарскому, колпашевскому, нарымскому (Оценка Бакчарского..., 2009).

Нарымский железорудный горизонт залегает в кровле ипатовской свиты, сложен, в основном, песчаниками, алевролитами, песками и гравелитами с линзами оолитовых руд.

Колпашевский железорудный горизонт приурочен к кровле ганькинской свиты, залегает на глубинах 160-207 м. Из всех железорудных горизонтов колпашевский является наиболее распространенным.

Бакчарский железорудный горизонт приурочен к подошве люлинворской свиты. Представлен горизонт двумя разобщенными по площади рудными залежами, выполняющими неглубокие блюдцеобразные впадины в палеорельефе свиты на западе и востоке участка. Нижняя часть горизонта сложена рыхлыми (сыпучими) гидрогетитовыми рудами, верхняя - крепко сцементированными гидрогетитовыми рудами с сидеритовым цементом.

В пределах залежи выделяются два рудных тела (Б1 и Б2) (рисунок 9).

Рудное тело Б2, сложено рыхлыми (сыпучими) рудами и залегает в подошве горизонта на глубине 157-176 м от дневной поверхности, его мощность изменяется от 2,6 м до 18,7 м (среднее значение 10,5 м), содержание железа – от 27 до 39 % (Оценка Бакчарского..., 2009).

Сверху рыхлые руды повсеместно перекрываются гидрогетитовыми оолитовыми, крепко сцементированными сидеритовым цементом, рудами этого же горизонта – рудное тело Б1. Рудное тело Б1 мощностью от 1,3 м до 8,5 м (при среднем значении 4,3 м) вскрыто на глубине 155-183 м. Содержание железа по этому рудному телу наиболее высокое и составляет 28-43 % (Оценка Бакчарского..., 2009).

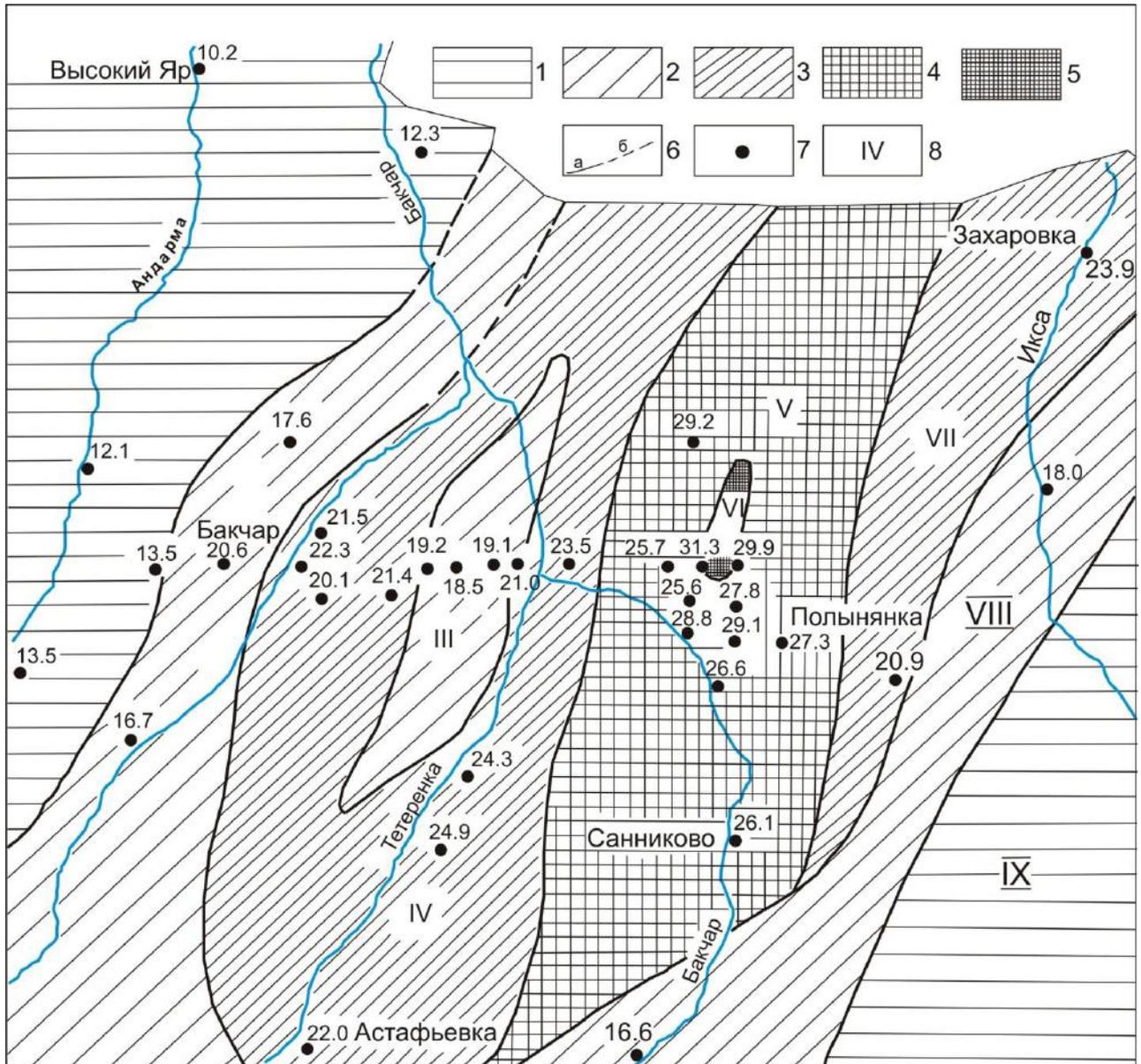


Рисунок 9. Схема распределения средневзвешенных содержаний железа в отложениях Бакчарской рудоносной толщи (Бабин, 1964)

Содержание железа: 1— 10-15%; 2 — 15-20%; 3—20-25%; 4—25-30%; 5— больше 30%; 6 — контуры площадей равных содержанию железа: а — достоверные, б — предполагаемые; 7 — скважины; 8 — номер площади.

2.2.2. Условия формирования руд

Все разнообразие встречающихся пород Бакчарского проявления определено осадконакоплением более или менее чистых и смешанных продуктов механической и химической дифференциаций, поэтому при классификации осадков выделено три крупные группы: терригенные, терригенно-хемогенные и хемогенные образования (Казанский и др., 1964).

Континентальные песчаные породы (пески и песчаники), образовавшиеся в аллювиальных, озерных, пойменных бассейнах.

Морские и прибрежно-морские песчаные породы отличаются от континентальных примесью глауконита, бобовин и оолитов хлорито-гидрогетитового состава, содержат больше обломков пород местного происхождения

Терригенно-хемогенные образования, как класс пород смешанного состава охватывает все разновидности железорудных пород, являющихся переходными образованиями между существенно терригенными и существенно хемогенными осадками. Эти породы меняют свой состав и облик в зависимости от фациальных условий своего формирования.

Совершенно особое положение в рудоносных горизонтах занимают редко встречающиеся рудные пески - рыхлые гетито-гидрогетитовые руды. Плотные гетито-гидрогетитовые руды возникли в результате наложения донного размыва на молодые осадки при незначительном привносе чуждого грубообломочного материала. Так, например, рудные конгломерато-гравелиты состоят в основном из обломков руд и интенсивно перемытого оолитового и бобового агрегата (Николаева, 1967).

2.3. Вещественный состав и технические свойства руд

2.3.1. Основные особенности состава и строения рудной толщи

За основу классификации оолитовых руд Бакчарского проявления были взяты особенности их текстур, структур и минерального состава (Оценка Бакчарского..., 2009).

Деление руд происходит на 2 группы:

I. Сыпучие: представляет собой руду оолитовую гидрогетитовую сыпучую с глинисто-гидрогетитовым цементом;

II. Цементированные

- руда оолитовая гидрогетитовая, цементированная сидеритовым цементом;

- руда оолитовая гидрогетитовая цементированная глинисто-хлоритным цементом;

- руда оолитовая гидрогетитовая с цементом гидрослюдистым;

- руда оолитовая гидрогетитовая с хлорит-сидеритовым цементом (Оценка Бакчарского..., 2009).

2.3.2. Минеральный состав руд

По минералогическому составу, структурным особенностям и внешнему виду руды всех горизонтов имеют много общего.

Гидрогетитовые и гетитовые оолиты являются основными минералами руд Бакчарского рудопроявления. Гидроокислы железа слагают оолиты, пропитывают обломки хлорита и глинистых пород, замещают зерна кварца, полевого шпата и других минералов.

Гетит слагает меньшую по сравнению с гидрогетитом часть оолитов, причем наиболее распространен он в оолитах с черной глянцевой поверхностью в рудах колпашевского горизонта. Гетит слагает ядра и концентрические зоны оолитов. Выделения микросгустковой формы отмечается в обломках хлорито-глинистых пород, полностью замещенных гидроокислами железа (Николаева, 1967).

Гидрогетит встречается во всех типах руд и является преобладающим минералом в рудах с хлорито-глинистым и сидеритовым цементом. Гидрогетитовые оолиты представлены округлыми, овальными, шаровидными образованиями, нередко уплощенными, имеющими преимущественно темно-бурую и черно-бурую окраску, реже встречаются охристо-бурые оолиты.

Глинистые минералы, представлены смешаннослойными образованиями типа гидрослюда-монтмориллонит и железистый хлорит (Оценка Бакчарского..., 2009).

Оолиты с однородной структурой темно-окрашенные, практически непросвечивающие в отраженном свете цвет гидрогетита изменяется от серовато-белого до серого. Твердость оолитов довольно высокая и уменьшается с увеличением содержания глинистых минералов.

Хлориты в рудах играют подчиненную роль, уступая гидроокислам железа. Они слагают цемент, иногда в небольшом количестве присутствуют в составе оолитов и обломков пород.

Хлорит в оолитах слагает концентры совместно с гидроокислами железа. Очень редко хлорит отмечается в тонких жилках, пересекающих цемент, оолиты и обломки пород в рудах.

Сидерит является самым распространенным минералом цемента оолитовых руд бакчарского и нарымского горизонтов (до 30-35 % от объема руды). Сидерит в цементе хорошо раскристаллизован мелкокристаллической структуры, размер зерен 0,15-0,25 мм. В отдельных образцах сидерит в цементе отмечается в виде сферолитов размером до 0,5 мм.

Гизингерит встречается в цементе руд, а также замещает песчинки и гальки кварца, обломки хлорито-глинистых пород.

Гидрослюда диоктаэдрического гидромусковитового типа, или иллит, образует совместно с монтмориллонитом в порово-контактном или базальном глинисто-хлоритовом цементе колпашевского горизонта и сыпучих рудах бакчарского горизонта смешанно-слойные образования в виде сгустков микрочешуйчатой структуры (Оценка Бакчарского..., 2009).

Глинисто-гидрогетитовые обломки имеют овальную, угловатую форму. Часто со сглаженными углами.

В качестве мелкого алеврито-псаммитового терригенного материала в обломках присутствует кварц. Состав глинистых минералов - смешанно-слойные гидрослюда-монтмориллонит и железистый хлорит.

Также можно выделить две разновидности глинистых обломков:

- обломки цементирующей массы неправильной, угловатой формы с раковистой и ячеистой поверхностью.

- обломки оолитоподобные овальной, округлой, округло-угловатой формы, окатанные или частично окатанные.

Кварц образует преимущественно угловатые, реже угловато-окатанные зерна молочно-белого, слегка желтоватого, коричневатого за счет тонких примазок и пленок гидроокислов железа цвета;

Полевые шпаты представлены плагиоклазами и калиевыми полевыми шпатами. В единичных количествах в рудах встречаются: магнетит, гематит, ильменит, пирит, вивианит (Оценка Бакчарского..., 2009).

2.3.3. Геолого – геохимические особенности руд

Химический состав руд рудопроявления зависит от соотношения количества нерудных и рудных минералов, состава последних и цемента. Чем меньше содержание цемента глинистого и терригенного материала, тем больше содержание в руде железа, в прямой зависимости от которого находится содержание ванадия и фосфора (Оценка Бакчарского..., 2009).

Содержание железа в рудных телах Б1 и Б3 составляет 37,01 % (max – 44,15 %), в Б2 и Б4 составляет 35,24 % (max – 45,45 %).

Содержание железа в рудах оценочного участка составляет 39,07 – 43,67 % – в сцементированных, 32,5 – 38,73 % - в сыпучих.

Большее количество железа находится в рудах в окисной форме и связано с гидрогетитом и гетитом оолитов, цементом.

Большая часть кремнезема находится в свободном состоянии в виде кварца, меньшая – в виде силикатов (полевые шпаты, лептохлориты, гидромусковит и др.). Содержание кремнезема в богатых рудах составляет 14 – 17 %, в бедных увеличивается до 25 – 30 %, в убогих (с содержанием железа менее 20%) – достигает 50 % (Оценка Бакчарского..., 2009).

Рассмотрим особенности химического состава цементированных руд бакчарского горизонта рудных тел Б1, Б3 (на примере рядовых проб химического, силикатного анализов). Содержание в них железа 2-х валентного составляет 4,37 – 26,90 %, при прокаливании потери составляют 9,02 – 20,90 %.

Ввиду того, что в рудах находятся чистые сидериты, содержания СаО (0,34 – 1,41 %) и MgO (0,51 – 1,49 %) остаются незначительными и постоянными.

Содержание глинозема (2,50 – 9,65 %), оценивается как низкое, что объясняется присутствием в рудах незначительного количества хлорита и глинистого материала. Ванадий содержится в количестве 0,14 % (Оценка Бакчарского..., 2009).

По содержанию глинозема и суммы оснований сыпучие руды бакчарского горизонта являются кислыми, коэффициент основности составляет 0,035 – 0,065. Содержание флюсующих окислов не превышает 2,5 %, из них на долю СаО приходится 0,4 – 0,6 %; на долю MgO – 0,95 – 1,5 %.

Таким образом, данные химического состава керновых проб по интервалам показывают, что содержание железа во всех горизонтах составляет 20 – 40 %, что значительно меньше, чем необходимо для непосредственной доменной плавки руд, нерудная примесь в руде преимущественно кислая, т.е. состоит почти исключительно из кремнезема. Содержание серы и мышьяка в руде не превышают допустимых. Фосфора содержится больше, чем предусматривают кондиции. Руды практически не содержат медь, цинк, свинец, никель и хром, кобальт, титан. Из полезных примесей присутствует ванадий, содержание которого значительно для железных руд (Оценка Бакчарского..., 2009).

Содержание железа в рудах колпашевского горизонта рудные тела К1, и К2 ниже, чем в бакчарском, но выше чем в нарымском. Химический состав руд из

рядовых проб приведен в таблицах (силикатного, химического анализа). Содержание кремнезема изменяется от 18,24 до 55,02 %, в связи с неравномерным содержанием хлорито-глинистого вещества и песчано-алевритовой примеси, увеличение которых ведет к уменьшению содержания железа в рудах от 40,22 до 18,83 %. Высокие содержания железа в горизонте тяготеют к восточной части участка.

Содержание железа в рудах нарымского горизонта в среднем составляет 24,89 % и варьирует от 21,3 до 40,6 %. Среднее содержание окисного железа составляет 32,88 %, закисного – 8,57 %. Отмечается уменьшение содержания железа в рудах горизонта с запада на восток. Содержание Fe_2O_3 в рудах нарымского горизонта находится в обратной корреляционной зависимости от содержания SiO_2 , находящегося в рудах в большей части в свободном состоянии в виде терригенного кварца (Оценка Бакчарского..., 2009).

В 2011 – 2012 гг. сотрудниками кафедры Геоэкологии и Геохимии (Ершов и др., 2012) были проведен ряд исследований, в результате которых определены уровни накопления редкоземельных, редких, благородных металлов, радиоактивных элементов в образцах оолитовых железных руд Бакчарского проявления.

Определение радиоактивных и редких элементов, производилось в ядерно-геохимической лаборатории ТПУ (аналитик А.Ф. Судыко) посредством ИНАА (инструментального нейтронно-активационного анализа). В итоге было проанализировано 7 проб рудовмещающих пород и 82 пробы железных руд.

Исследования показали, что содержание U и Th в рудах Бакчарского проявления выше, чем в песчаниках проявления, и сопоставимы с значениями в верхней части земной коры.

Концентрирование редкоземельных и других элементов, сорбиравшихся в процессе формирования руд, сопровождало накопление тория (Ершов и др., 2012).

Авторы исследований установили, что богатые железные руды более обогащены радиоактивными элементами, чем бедные и рудовмещающие породы.

Распределения урана в рудах обусловлено его перераспределением в процессах эпигенеза и диагенеза, носившим масштабный характер (Ершов и др., 2012).

Выявленные содержания тория и урана дают основание говорить о том, что радиационной опасности руды не представляют.

Но не стоит исключать возможности обнаружения высоких концентраций урана в породах и рудах, которые сформировались в обстановке, благоприятной для его концентрирования. Данный вопрос необходимо изучать дальше (Ершов и др., 2012).

По данным скважин, пробуренных в 1957 – 1959 гг. в пределах Бакчарского рудопроявления, Бабиным А.А. были выделены следующие технологические типы руд: 1) Плотные гетито-гидрогетитовые руды 2) Рыхлые гетито-гидрогетитовые руды 3) Слабо сцементированные лептохлоритовые руды. 4) Конгломератовые руды 5) Сидеритовые руды. 6) Глауконитовые руды.

Первый тип руд плотные гетито-гидрогетитовые руды развиты в бакчарском рудном горизонте. По внешнему виду они представляют оолитовые бурые железняки.

Второй тип руд представляет наибольший интерес, ввиду перспективности отработки методом СГД, так как представлен рыхлыми гетито-гидрогетитовыми рудами. Залегают эти руды сразу ниже руд первого типа в бакчарском горизонте. Руды высоко обогащены Co и As, что предполагает их активную миграцию в другие природные среды при разработке, и возможным негативным влиянием на окружающую природную среду (таблица 1) (Шайхиев, 2013).

Таблица 1. Содержание ряда элементов в пробах железной руды Бакчарского рудопроявления (г/т), по данным (Шайхиев, 2013)

элемент	проба	
	железистые песчаники кровли (глубина 175 м)	среднее рыхлая руда (глубина 250м)
Fe %	9,4	42,8
Co	10,7	60,55

As	725,1	437,1
Sm	24,1	25,9
Cr	53,8	209,8
Ce	39,7	147,4
Hf	0,1	3,25
Tb	0,67	2,75
Au	0,02	0,077
Th	3,8	14,15
Yb	7,4	6,4
La	92,6	65,25
Eu	0,05	2,75
Lu	1,1	0,975

Согласно проведенным исследованиям (Гринев и др., 2010) можно выделить пять условных групп и соответствующих им уровней концентрации микроэлементов:

1. V, Mn, Ti (спутники железа) содержание от 928 до 2500 г/т.
2. Cr, Ba, В, Zn, Се (рудные, рассеянные, акцессорные) содержание от 172 до 220 г/т.
3. Co, Y, Rb, Li, Pb, Ni, Zr, Se, Nd, Sr (сложный состав) содержание от 31,4 до 103,4 г/т.
4. Ho, Sn, Hf, Ge, Ga, Tb, Pr, U, Mo, W, Eu, Sb, Cr, Dy, Cu, Sm, Be, Yb, Er, Nb, Th, Gd (многочисленная и сложная) содержание от 1,62 до 17,4 г/т.
5. Ag, In, Tl, Lu, Cd, Tm, Ta, Bi содержание от 0,0908 до 0,572 г/т.

Подводя итог, можно отметить, что руды Бакчара, представленные 2-мя основными типами имеют широкий перечень микроэлементов, в котором выражается доминирование сидерофилов, всего спектра редкоземельных, радиоактивных, щелочноземельных, рудных и редких элементов (Гринев и др., 2010).

В 2009 году Г.Б. Князевым были опубликованы результаты исследований оолитовых руд стран СНГ и России. В них говорится, что руды Бакчара соответствуют среднему типу железных оолитовых руд СССР и делятся на 3 типа: силикатные, карбонатные, оксидные. Автором были определены 2 фактора: хемогенное (F₁) и терригенное (F₂) осадконакопление, которые определяют состав руд. В оксидных рудах активны FeO и Fe₂O₃; в карбонатных рудах SiO₂ и Al₂O₃.

Глава 3. Геоэкологическая и медико-демографическая характеристика Бакcharского района

Промышленное производство в Бакcharском районе представлено двумя видами экономической деятельности: обрабатывающая промышленность, производство и распределение воды, электроэнергии, газораспределение.

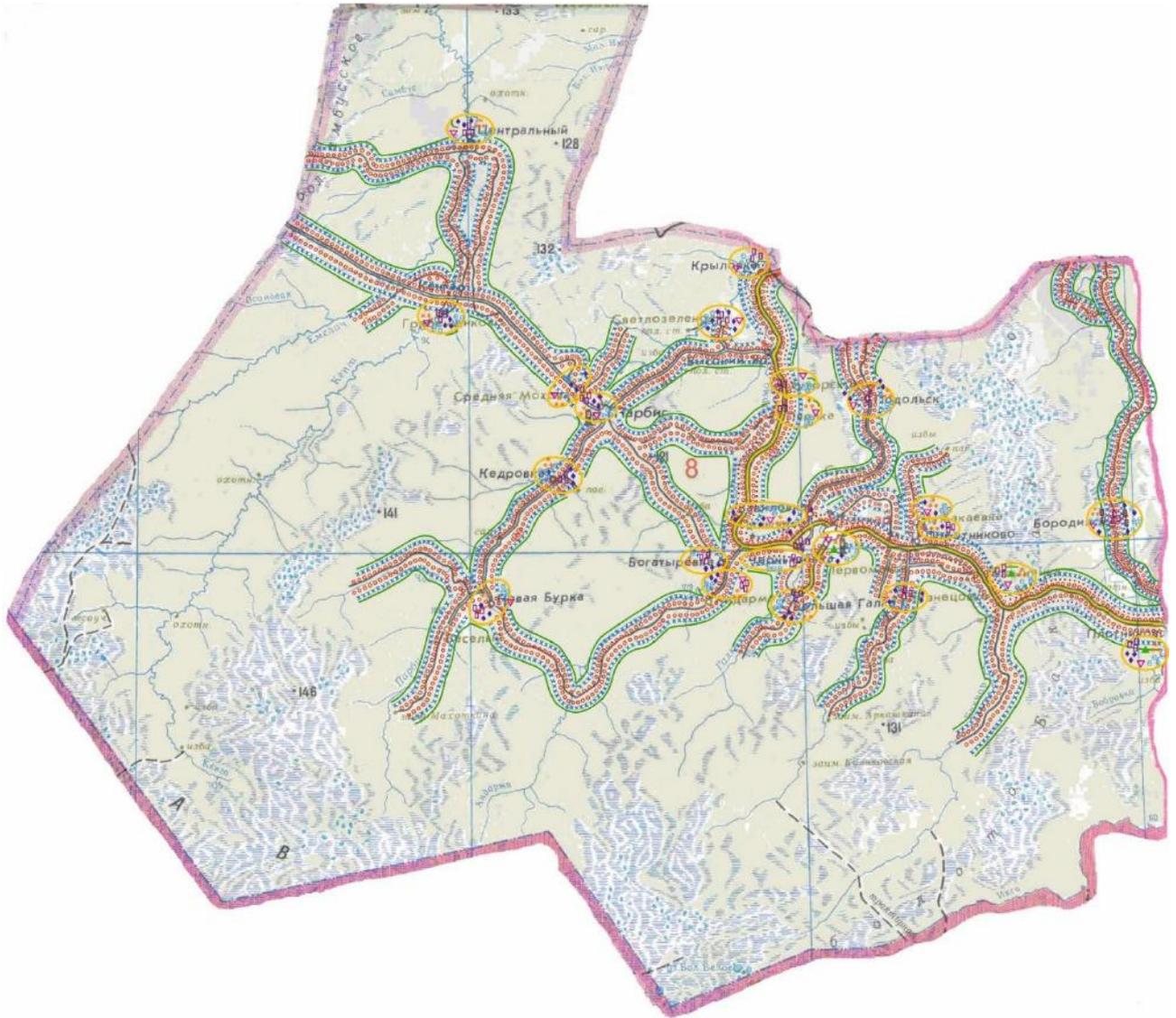
Осуществляются работы по строительству, ремонту и содержанию автомобильных дорог. Нарушение экологического равновесия происходит, в первую очередь, при строительстве линий электропередач, автодорог. Воздействие населенных пунктов на природную среду зависит от количества проживающего населения, величины водопотребления, наличия и видов промышленного производства, объемов и способа утилизации бытовых и промышленных отходов.

Наиболее обжитой и техногенно нагруженной является центральная часть района - пос. Бакchar, где расположены ЛПК, автопредприятие. Данные предприятия обладают автомобильной техникой, системами моек, складами ГСМ и практически не имеют очистных сооружений, что негативно сказывается на окружающей среде.

В целом вся техногенная нагрузка формируется в северной и центральной части Бакcharского района, так как южная часть занята болотом. Загрязнение всех природных сред происходит в основном дымовыми газами, образующимися в результате работы котельных, и тяжёлыми металлами, которые обладают токсичностью и способностью к аккумуляции в организме (рисунок 10).

В целом, по наиболее заселенным районам Томской области с развитым сельскохозяйственным и промышленным производством, развитой сетью автомобильных дорог, содержание тяжелых металлов в почвах не превышает ПДК (таблица 2).

Основной причиной загрязнения воздуха в населенных пунктах является деятельность промышленных предприятий, автотранспорта, предприятий сферы ЖКХ.



Масштаб 1 : 500 000

Рисунок 10. Карта – схема техногенной нагрузки Бакчарского района

Условные обозначения:

- ★ Термическое воздействие (нагревание)
- ◆ Внутреннее разрушение
- ⊠ Нитратное загрязнение
- ⊠ Биологическое загрязнение
- ▽ Гидродинамическое воздействие (повышение напора)
- ▲ Гидромеханическое воздействие (гидроэрозия рельефа)
- Уплотнение
- Загрязнение тяжелыми металлами
- xxxxx Эрозия рельефа
- Физико-химическое воздействие (гидратное)
- Гербицидное загрязнение

Таблица 2. Среднее содержание тяжелых металлов в почвах Томской области за 2012-2014 гг (по данным Центра гигиены и эпидемиологии Томской области)

№	Районы	мг/кг			
		Zn	Pb	Cu	Ni
1	Асиновский	4,9	7,1	4,6	2,8
2	Бакчарский	6,6	5,7	2,4	3,1
3	Зырянский	20,1	5,3	1,06	2,2
4	Парабельский	2,3	2,15	1,15	2,6
5	Каргасокский	26,3	21,03	4,2	1,7
7	Томский	11,6	6,3	3,5	2,8
9	Средний по области	13,2	7,9	3,4	3,09
10	ПДК** (мг/кг)	23,0	32,0	3,0	4,0

Большую часть выбросов в атмосферу составляют газообразные и жидкие вещества - порядка 90,9 % (CO₂ – 45,5 %, ЛОС – 18,7 %, углеводороды (без ЛОС) – 17 %, NO₂ – 7,1 %, SO₂ – 2,6 %) и твердые вещества около 9,1 % (таблица 3) (Государственный доклад..., 2015; Экологический мониторинг..., 2015).

Антропогенное воздействие на атмосферу на территории области распределено крайне неравномерно. Наиболее неблагоприятные районы - районы, связанные с нефте- и газодобывающей промышленностью и городские поселения: масса выбросов от стационарных источников в Парабельском (94,7 тыс. т), Каргасокском (89,6 тыс. т), Александровском (34,8 тыс. т,) районах, Томск (54,8 тыс. т). Масса выбросов в Бакчарском районе составляет 0,410 тыс. т. (Экологический мониторинг..., 2015) (рисунок 11).

Таблица 3. Средние выбросы вредных веществ в атмосферном воздухе по районам Томской области за 2012-2014 гг. (Экологический мониторинг..., 2015)

Территории	SO ₂ (т)	CO (т)	NO ₂ (т)
Томская область	7,7	136,3	21,6
Томск	1,9	9,2	8,1
Стрежевой	1,7	0,3	0,3
Александровский	0,1	15	0,7
Каргасокский	0,2	63	2,7
Парабельский	0,1	41,7	2,3
Бакчарский	0,05	0,2	0,03
Молчановский	0,01	0,1	0,03
Кривошеинский	0,005	0,09	0,01

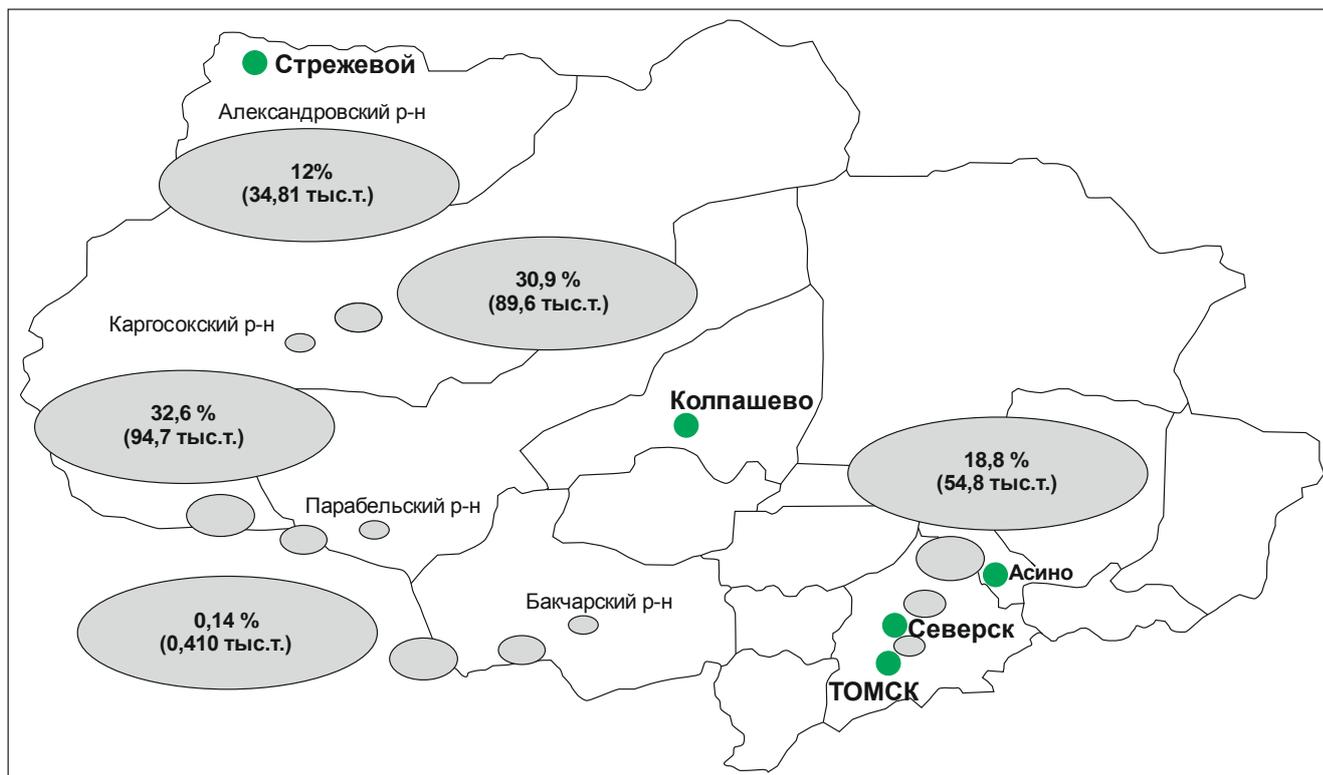


Рисунок 11. Процентная доля выбросов от стационарных источников в атмосферу по районам (Экологический мониторинг..., 2015)

Сведения о качестве поверхностных вод на территории Томской области приведены в таблице 4.

Результаты комплексных исследований рек Томской области также отображены в работах О.Г. Савичева (2003, 2010).

Согласно данным Н.С. Зинченко (1999) показатель комплексного загрязнения окружающей среды в Бакcharском районе ниже среднего, а по степени напряжения санитарно-гигиенической ситуации среднее (рисунок 12, 13).

Таблица 4. Сведения о качестве поверхностных вод на территории Томской области (данные Томского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

№ п/п	Водный объект	Пункт наблюдения	Индекс	Класс качества	
1	р. Обь	г. Колпашево, в/г	3,34	3Б	Очень загрязнённая вода
2	р. Обь	г. Колпашево, н/г	2,73	3Б	Очень загрязнённая вода
3	р. Обь	с. Александровское	4,29	4А	Грязная вода
4	р. Чулым	с. Тегульдет	3,07	3Б	Очень загрязнённая вода
5	р. Чулым	с. Зырянское	2,88	3Б	Очень загрязнённая вода
6	р. Чулым	с. Батурино	3,50	3Б	Очень загрязнённая вода
7	р. Томь	г. Томск, в/г	3,66	3Б	Очень загрязнённая вода
8	р. Томь	г. Томск, н/г	3,67	3Б	Очень загрязнённая вода
9	р. Томь	с. Козюлино	4,01	4А	Грязная вода
10	р. Ушайка	г. Томск	4,71	4А	Грязная вода
11	р. Андарма	с. Панычево	5,09	4Б	Грязная вода
12	р. Чузик	с. Пудино	4,75	4А	Грязная вода
13	р. Васюган	с. Новый Васюган	4,62	4А	Грязная вода
14	р. Парабель	с. Новиково	4,64	4А	Грязная вода
15	р. Икса	с. Плотниково	4,77	4Б	Грязная вода

Еще одним загрязнителем территории является, как это назвала газета <<МК в Томске>> является «Космическая помойка». С 1957 года космос стал обитаем и с завидным постоянством стал возвращать на землю продукты космической деятельности – так называемый космический мусор. Разумеется, что для районов падения частей ракет-носителей, выбирались глухие безлюдные места в степях и тайге. Территория Бакчарского района не стала исключением (рисунок 14).

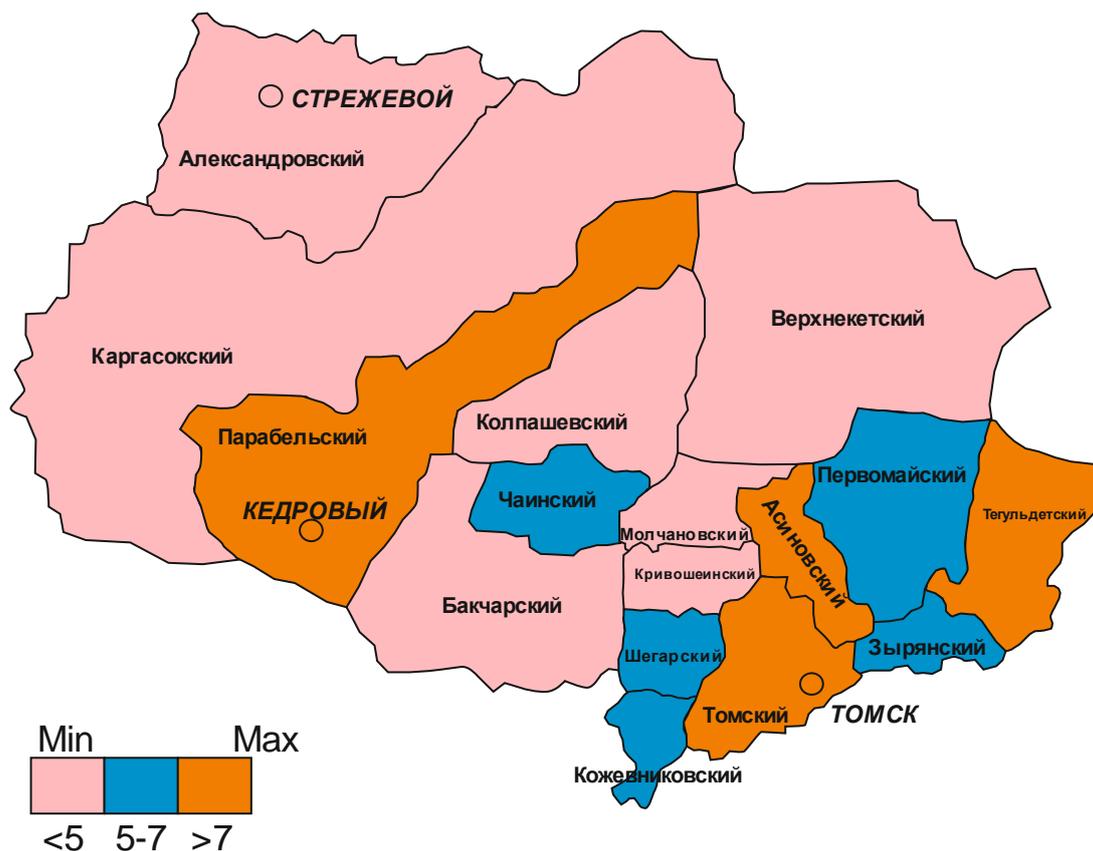


Рисунок 12. Схематическая карта Томской области по показателю комплексного загрязнения окружающей среды (Зинченко, 1999)



Рисунок 13. Распределение районов Томской области по степени напряжения санитарно - гигиенической ситуации (Зинченко, 1999)

В каждой такой небесной гостье – от 500 до 1,5 тонны жидкого топлива, основными компонентами которого являются токсичные вещества гептил, гексил и азотные окислители. Такое топливо сверхлетуче, способно к стабильности в слоях растений и почвы, образует при разложении еще более опасные вещества – нитрозоамины. Те самые канцерогены, которые с такой легкостью вызывают заболевания раком. Большинство районов падения ступеней-ракет располагаются на юге Бакчарского района, точнее в зоне границы Томской и Новосибирской области. Так что многочисленные запуски с Байконура вполне могли привести к загрязнению нашей территории компонентами ракетного топлива.

Вообще-то район падения металлических частей отделяющихся частей ракет-носителей просчитывается довольно точно, чего никак не сказать о масштабах распространения компонентов ракетного топлива, в них находящегося по технологии выбрасываемого в воздух. Еще одним загрязняющим фактором являются радиация. Оно характеризуется загрязнением природных сред радионуклидами. Объектами воздействия в данном случае будут являться поверхностные и подземные воды, почвенный покров, растительность.

Основными факторами и источниками радиационного характера в Бакчарском районе являются:

- атомный взрыв во время Тоцкого учения в 1954 г (выпадение радионуклидов) (<http://www.biometrica.tomsk.ru>, 1997).

- работа котельных, использующих в качестве топлива уголь, вследствие чего происходит загрязнение атмосферного воздуха естественными радионуклидами.

- повторное загрязнение атмосферы в результате ветрового переноса радиоактивных веществ с почвы.

- внешнее излучение (содержание естественных радионуклидов в почве) (Экологический мониторинг..., 2012).

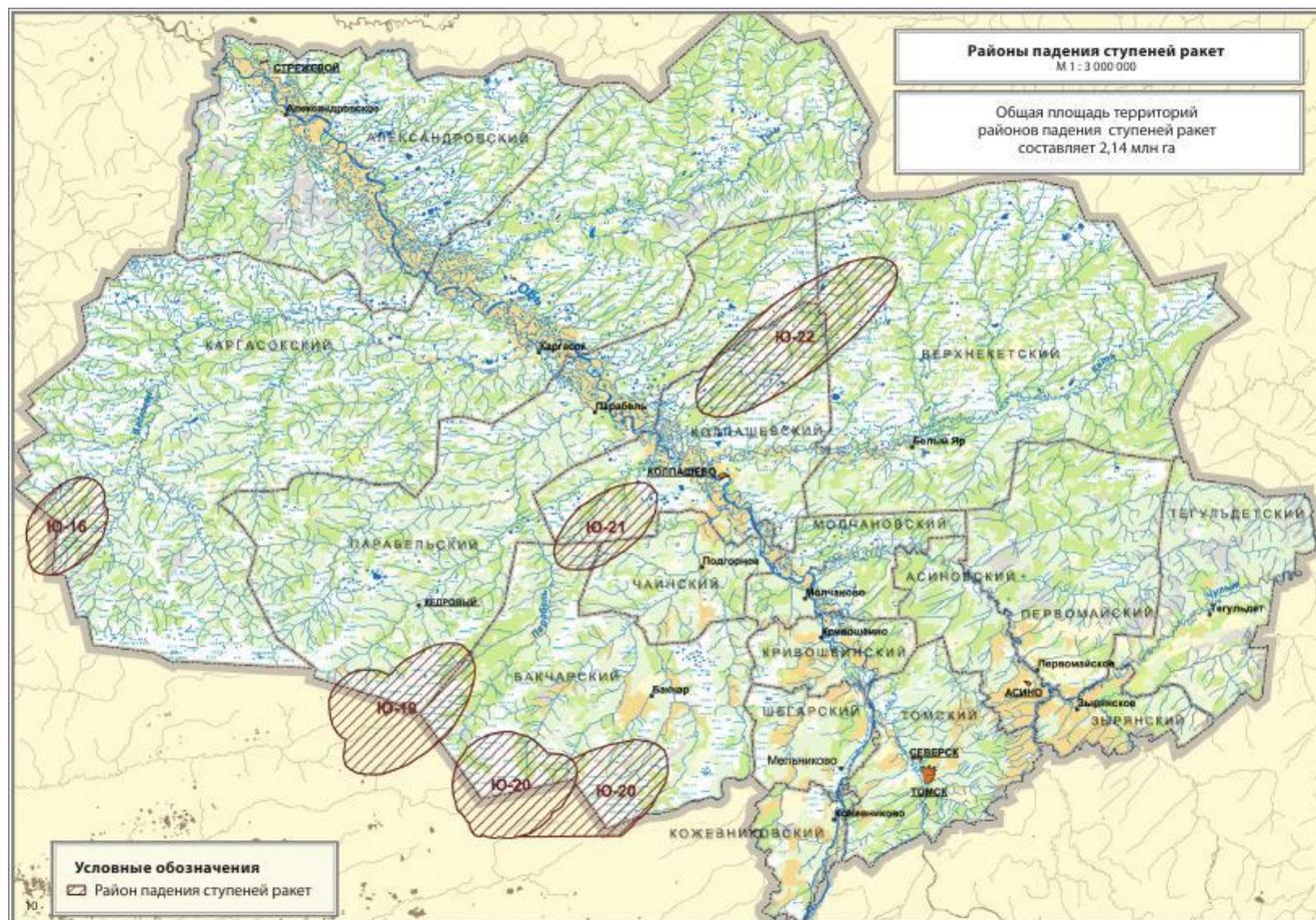


Рисунок 14. Места падения ракетносителей на территории Томской области (Экологический мониторинг..., 2006)

Из всех испытаний на Семипалатинском полигоне известно, что одно оставило след на загрязнении Бакчарского района, этот взрыв был произведен 25.08.1962 г. След этого взрыва показан на рисунке 15. Дата проведения взрывов указана у стрелок.

Тоцкие учения тоже оставили след на юге Бакчарского района. Они проводились 14 сентября 1954г. на Тоцком полигоне (между Оренбургом и Самарой). Тогда был осуществлен взрыв атомной бомбы (40 тыс. тонн т.э.) в период общевойсковых учений на высоте 350 метров. В результате облако взрыва на высоте 15 км рассеялось со сносом на восток (Экологический мониторинг..., 2006), сформировав след протяженностью около 200 километров с мощностью до 100 мр/ч. В результате на удаленном расстоянии от эпицентра взрыва произошло выпадение радиоактивных частиц размеров от 4 до 40 мкм (рисунок 16).

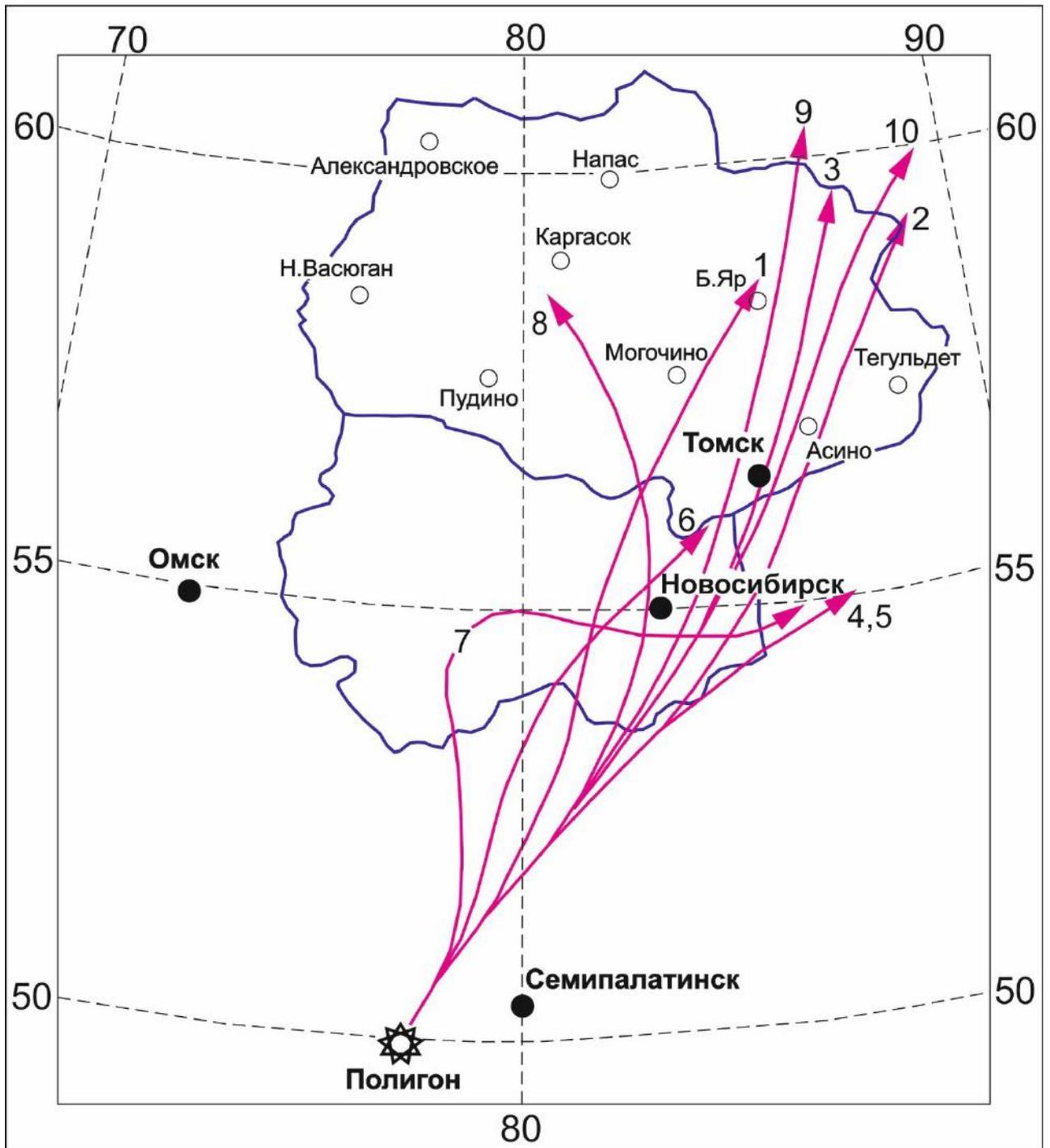


Рисунок 15. След взрыва на Семипалатинском полигоне
(<http://www.biometrica.tomsk.ru>, 1997)

- | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <u>1.</u> 3.09.1953г | <u>2.</u> 26.10.1954г | <u>3.</u> 10.09.1956г. |
| <u>4,5.</u> 6.09.1961г. | <u>6.</u> 17.09.1961г. | <u>7.</u> 1.08.1962г. |
| <u>8.</u> 25.08.1962г. | <u>9.</u> 6.09.1962г. | <u>10.</u> 22.10.1962г. |

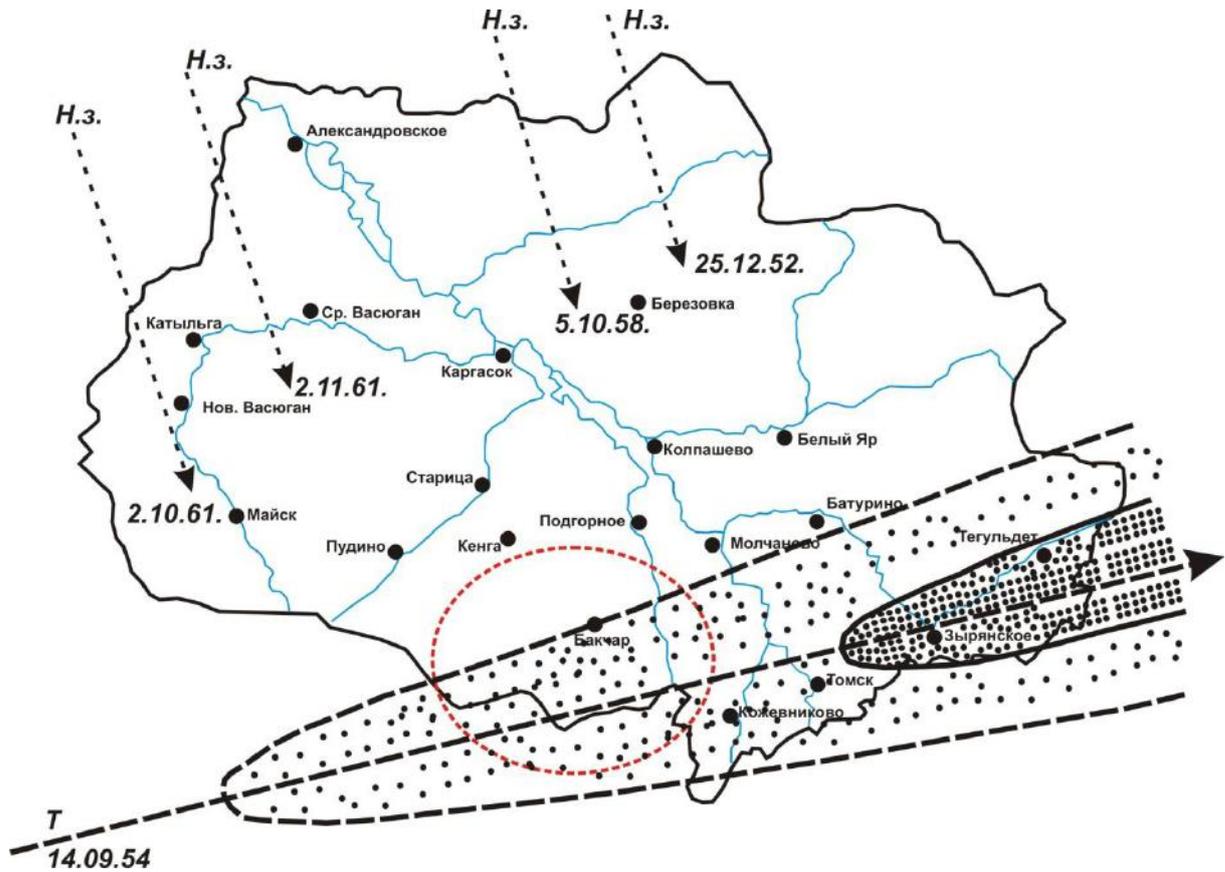


Рисунок 16. "ближний" след радиоактивного загрязнения (<http://www.biometrica.tomsk.ru>, 1997)

Надо отметить, что наибольшее загрязнение пришлось на южную часть Бакчарского, Кожевниковского, Томского, Шегарского районов (Экологический мониторинг..., 2006).

Выпадение радиоактивных продуктов происходило неравномерно, в связи чем, оценить дозу облучения, полученную населением, на данный момент невозможно.

В повседневной жизни население получает облучение от естественных источников радиации, из которых 50 процентов это продукты распада радона. Этот газ выделяется как из стройматериалов, так и из почвы при распаде естественного урана. Ввиду своей высокой плотности (в 7,5 раз тяжелее воздуха) имеет свойство накапливаться в низинных местах (подвал, нижние этажи).

Атомы изотопов свинца, висмута и полония (дочерние продукты при распаде радона), оседая на частички пыли, образуют радиоактивные аэрозоли,

которые при попадании в организм увеличивают вероятности онкологических заболеваний дыхательных органов (Экологический мониторинг..., 2012).

В разрезе административных территорий Томской области наиболее высокая удельная доля проб вод, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарным и химическим показателям из распределительной сети (превышение областного показателя в 1,5 раза и более) зарегистрирован в Верхнекетском, Чаинском, Молчановском, Бакчарском и Шегарском районах (рисунок 17) (Государственный доклад..., 2015).



Рисунок 17. Распределение административных территорий Томской области по доле проб вод, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарным и химическим показателям, % (Государственный доклад..., 2015)

К территориям «риска» по эпидемиологической опасности питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения можно отнести Молчановский, Тегульдетский, Шегарский, Кожевниковский районы, где удельная доля проб воды, которые не соответствуют по микробиологическим показателям гигиеническим нормативам из распределительной сети, превышала

показатель по Томской области в 1,5 раза. Доля проб воды в Бакчарском районе не превышает среднеобластной показатель (рисунок 18).



Рисунок 18. Распределение административных территорий Томской области по доле проб вод, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, % (Государственный доклад..., 2015)

По уровню превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) и доле проб с превышением ПДК наиболее актуальным является природное, высокое содержание железа в питьевой воде. Это наблюдается в таких районах, как Верхнекетский, Кривошеинский, Молчановский, Чаинский, Шегарский районы (более 5 ПДК). Коэффициент превышения ПДК содержания железа в питьевой воде в Бакчарском районе составляет 1,1 – 5 ПДК (рисунок 19).



Рисунок 19. Ранжирование административных территорий Томской области по содержанию железа в питьевой воде систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (Ср.год./ПДК) (Государственный доклад..., 2015)

Наиболее неблагоприятная ситуация по микробиологической безопасности продуктов питания и продовольственного сырья отмечена в Каргасокском, Колпашевском, Молчановском, Томском, Шегарском районах, г. Томске, г. Стрежевой (рисунок 20).

Согласно данным Росстата по Томской области в 2015г. уровень рождаемости составила 13,7 в расчете на 1000 населения. Один из высоких -17,8 на 1000 населения (Парабельский район), низкий - 9,0 на 1000 населения (Томский район). В таких районах, как Александровский, Зырянский, Бакчарский, Чаинский, Кривошеинский, Тегульдетский рождаемость была ниже среднего уровня по области (рисунок 21).



Рисунок 20. Доля продуктов питания и продовольственного сырья, которая не соответствует по микробиологическим показателям по административным территориям Томской области, % (Государственный доклад..., 2015)

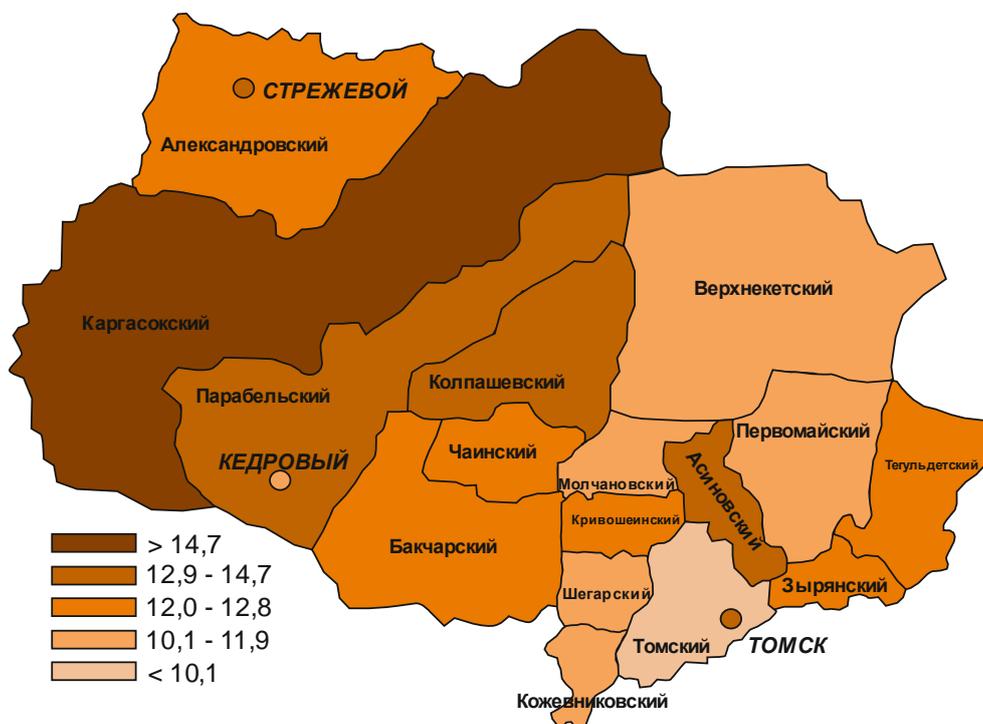


Рисунок 21. Коэффициент рождаемости населения в Томской области (Государственный доклад..., 2015)

К территориям риска (высокий уровень) по заболеваемости детского населения отнесен Томский (3089,4 на 1000 детей данной возрастной группы) район (рисунок 22); по заболеваемости подростков - Томский (2169,8 на 1000 подростков) и Тегульдетский (2211,9 на 1000 подростков) районы (рисунок 23); по заболеваемости взрослого населения Каргасокский (693,3 на 1000 взрослого населения) район (рисунок 24).

Заболеваемость населения мочекаменной болезнью по административным территориям показал, что в группу «риска» можно отнести (превышение областного показателя в 1,5 раза и более): Александровский, Колпашевский, Кривошеинский, Парабельский, Каргасокский, Кожевниковский, Первомайский, Молчановский, Шегарский районы и г. Стрежевой. Данный показатель по Бакчарскому району не превышает областного показателя (рисунок 25).

Уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями были максимальными в Томском (412,7 на 100000 населения или 412,7‰), Колпашевском (511,6‰), Александровском (357,8‰), Парабельском (378,6‰), Молчановском (363,3‰), Каргасокском (347,0‰) районах (рисунок 26).

По смертности от злокачественных новообразований необходимо отметить такие районы, как Кривошеинским и Первомайский, в которых показатель в 1,5 раза превышает среднеобластной. В Бакчарском районе значение данного показателя превышает областной в 1,1 – 1,4 раза (рисунок 27).

Коэффициент смертности населения в Томской области составил 11,8 ‰ на 1000 населения. Наиболее высокие уровни общей смертности населения зарегистрированы в Зырянском, Кривошеинском, Тегульдетском, Шегарском районах (превышение показателя по Томской области более чем в 1,5 раза), по Бакчарскому району этот показатель не превышает областного (рисунок 28) (Государственный доклад..., 2015).

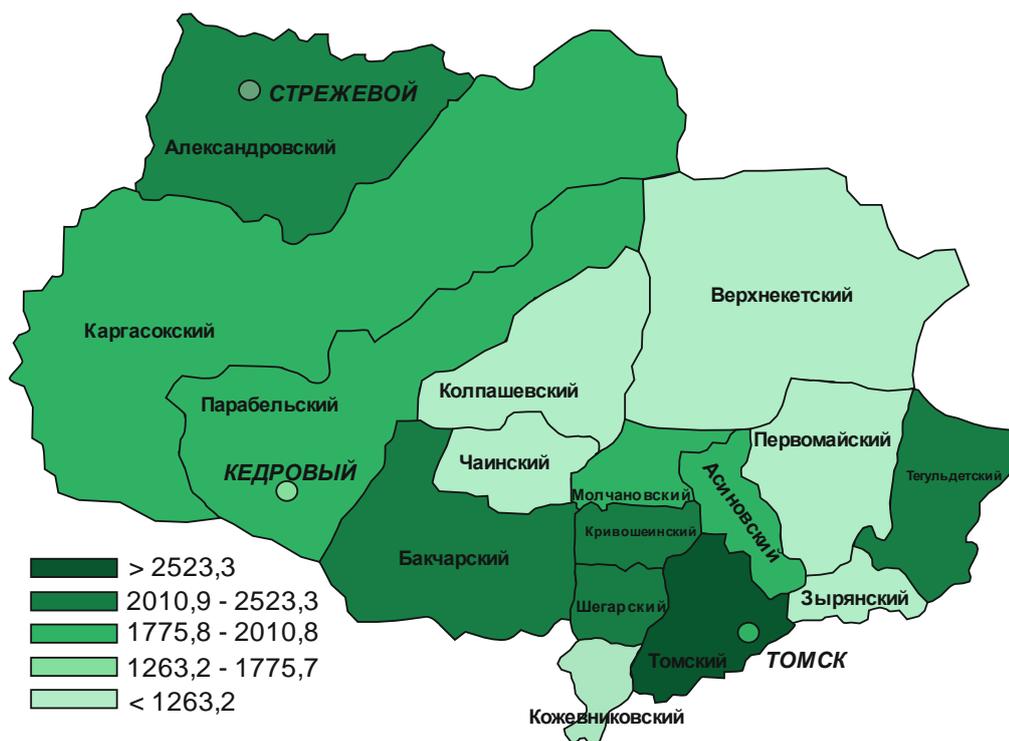


Рисунок 22. Заболеваемость детского населения, всего. Ранжирование административных территорий Томской области (показатель на 1000 населения в возрасте 0 – 14 лет) (Государственный доклад..., 2015)

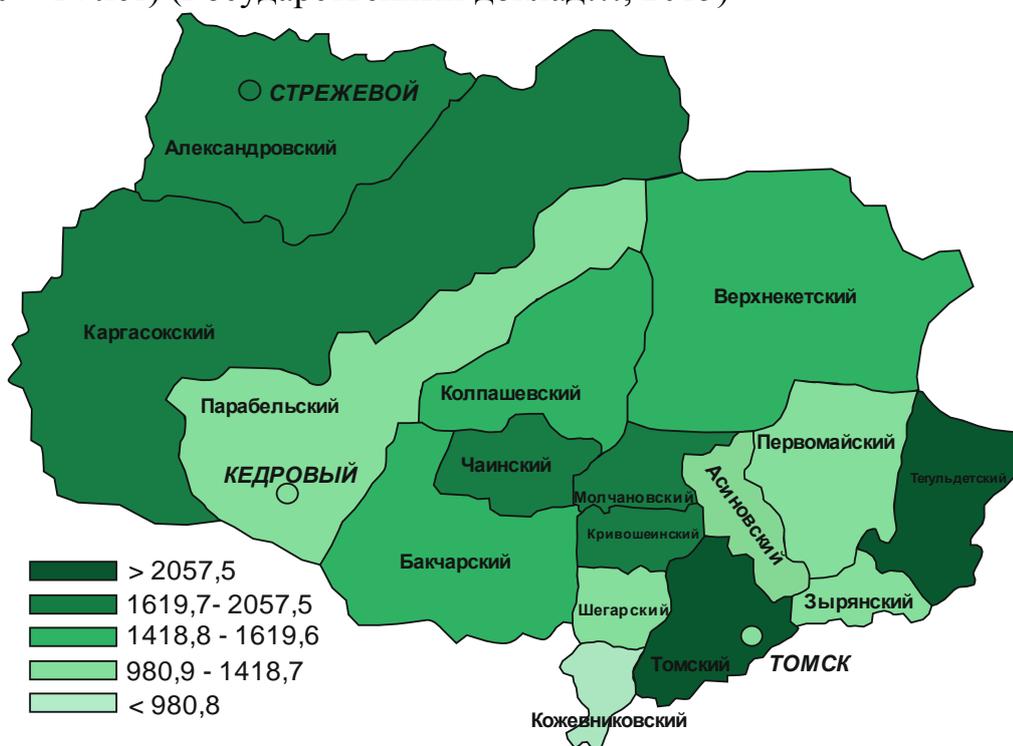


Рисунок 23. Заболеваемость подростков, всего. Ранжирование административных территорий Томской области (показатель на 1000 населения в возрасте 15 – 17 лет) (Государственный доклад..., 2015)

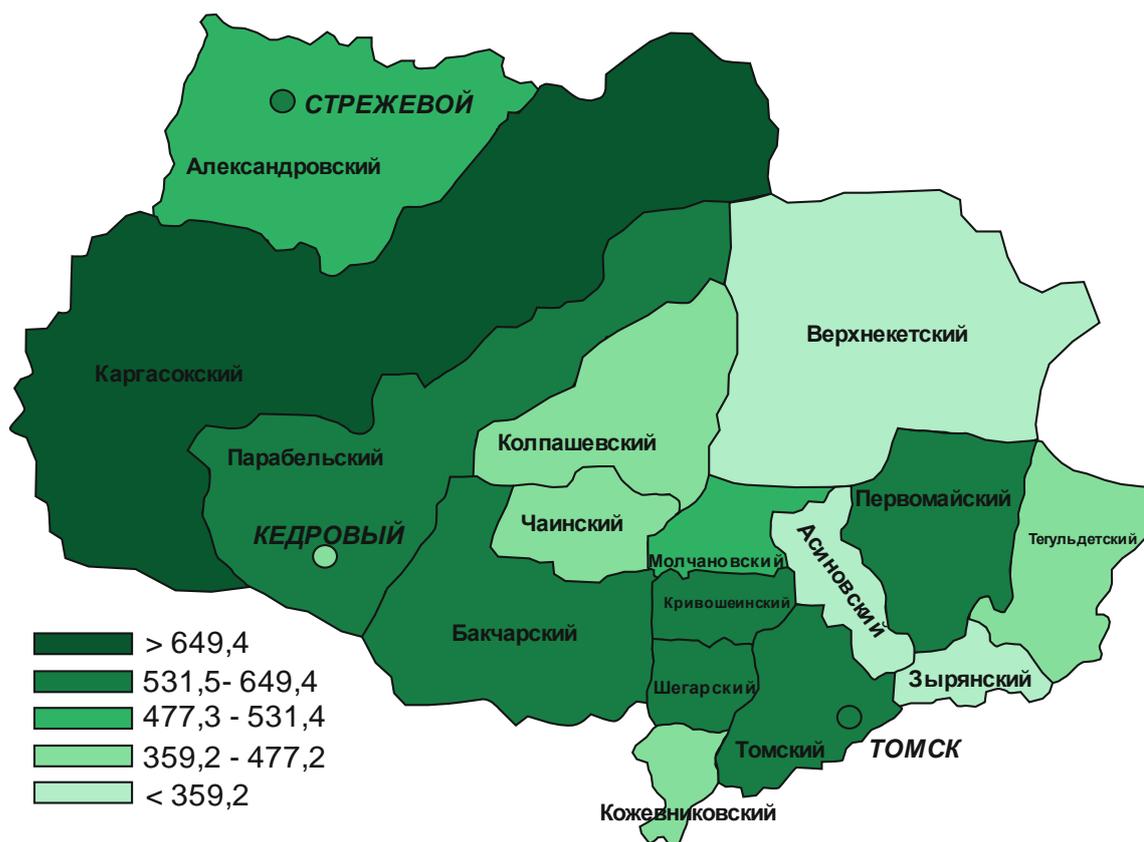


Рисунок 24. Заболеваемость взрослого населения всего. Ранжирование административных территорий Томской области (показатель на 1000 населения в возрасте 18 лет и старше) (Государственный доклад..., 2015)



Рисунок 25. Территории «риска» по заболеваемости населения мочекаменной болезнью с диагнозом, установленным впервые в жизни (Государственный доклад..., 2015)

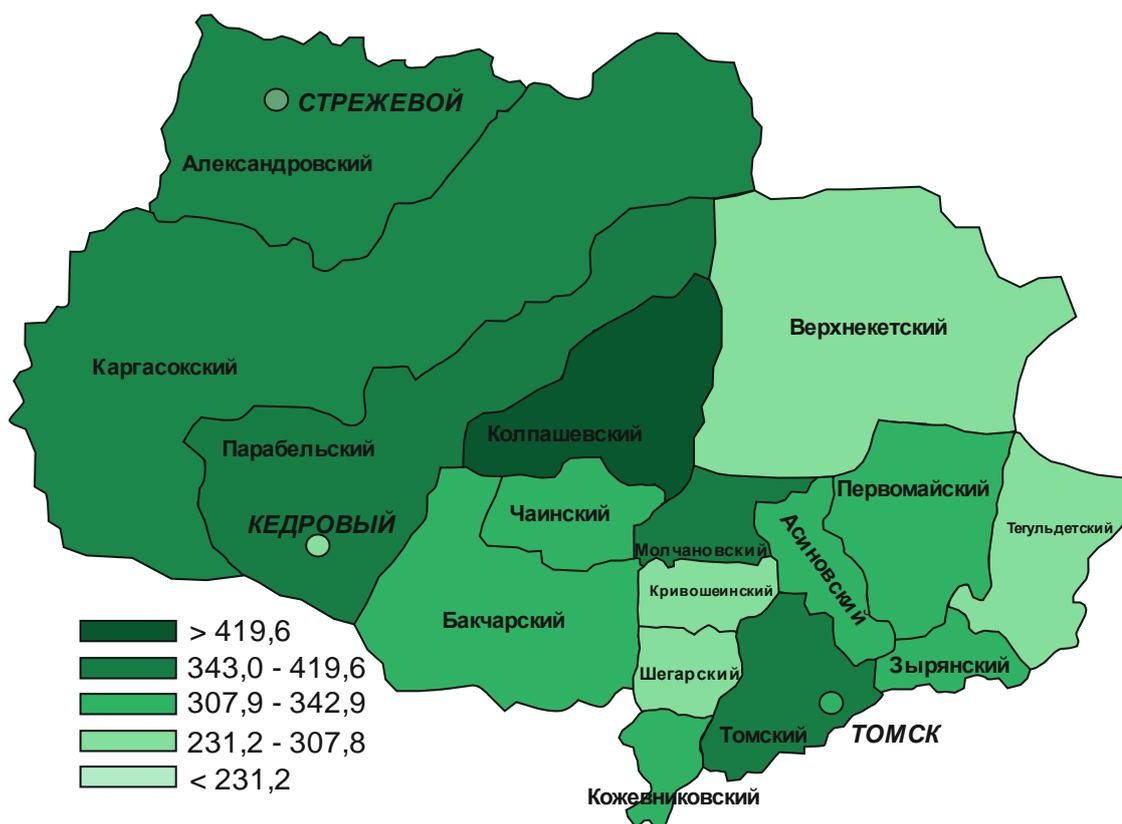


Рисунок 26. Уровень заболеваемости населения злокачественными новообразованиями (Государственный доклад..., 2015)



Рисунок 27. Ранжирование административных территорий области по уровню смертности, вызванной злокачественными новообразованиями (Государственный доклад..., 2015)



Рисунок 28. Районирование территорий по степени «риска» по общей смертности населения (Государственный доклад..., 2015)

Подводя итог вышесказанному, можно утверждать, что приведенные выше показатели Бакчарского района не превышают их средне областных показателей и отличаются от показателей районов с более высокой долей антропогенной нагрузки.

Глава 4. Методы и виды исследований

Основные виды и методы исследований, которые необходимы для проведения исследований, определялись с учетом определенных природно-территориальных комплексов, геоморфологических, ландшафтных, почвенных, геохимических и других условий (Язиков и др., 2003).

По результатам геохимических исследований установлен спектр химических элементов, характерный для данного района по сравнению с Томской областью, установлена геохимическая специфика населенных пунктов района, проведено его зонирование по степени накопления элементов в различных средах. Виды и объемы работ приведены в таблице 5.

Таблица 5. Виды и объемы работ

Виды исследований	Количество проб и измерений
1. Литогеохимические	78
2. Атмогеохимические	78
3. Гидрогеохимические:	
- поверхностных вод	5
- подземных вод	4
4. Гидролитогеохимические	7
5. Гамма-радиометрические исследования	78
Всего: проб и измерений	250

4.1. Исследование почвенного покрова.

Исследования проводились путем отбора почвенных проб по «ГОСТ 17.4.4.02-84...»

Пробы отбирались на территории Польшанского и западных участков, а также в населенных пунктах Бакчарского района: Кенга, Высокий Яр, Подольск Кедровка, Богатыревка Новая Бурка, Панычево, Крыловка, Хуторское, Парбиг, Вавиловка, Чернышевка, Большая Галка, Бакчар, Чумакаевка, Поротниково, Польшанка, Бородинск и Плотниково.

Пробоотбор почвенного покрова проводился по интервалу 0 – 20 см. Пробы весом не менее 500 гр., отбирались с зачищенной стенки шурфа. Далее путем смешивания отобранных на одной пробной площадке точечных проб формировались объединенные. Образцы упаковывались в мешочки и перевязывались веревкой.

4.2. Исследование снегового покрова

Исследования проводились путем отбора снеговых проб по «ГОСТ 17.1.5.05-80...».

Пробы отбирались на территории полынянского и западных участков, а также в населенных пунктах Бакчарского района: Кенга, Высокий Яр, Богатыревка, Новая Бурка, Крыловка, Хуторское, Парбиг, Панычево, Кедровка Подольск, Вавиловка, Чернышевка, Большая Галка, Бакчар, Чумакаевка, Поротниково, Полынянка, Бородинск и Плотниково, для изучения вещественного состава пылеаэрозольных выпадений и пылевой нагрузки.

Работы проводились в феврале-марте по профилям полынянского и западного участка, с ориентиром на розу ветров. Отбор проб производился с учётом элементов рельефа, а также в местах газопылевых выбросов (Язиков и др., 2003).

Масса пробы составляла 10-15 кг, после оттаивания получалось 8-10 л. воды. При фильтровании снеготалой воды на беззольном фильтре получался твердый осадок. В последствии твердый осадок отправляют на ИНАА.

Зная массу полученного осадка, мы можем определить уровень пылевой нагрузки (количество выпадений твердых частиц за единицу t (времени) на единицу S (площади) R_p в мг/(кв.м.*сут) или кг/(кв.км.*сут)

Расчет производится по следующей формуле: $R_p = P / (S*t)$, в которой показатель P – это масса сухого осадка (мг, кг) в пробе, S – это площадь (кв.м; кв.км) шурфа, а t – это число дней от начала снегостава (Язиков и др., 2003).

В практике применяется градация среднесуточной нагрузки:

от 0 до 250 - низкая;

от 250 до 450 - средняя;

от 450 до 800 - высокая;

> 800 очень высокая (Саэт, 1990).

K_k (коэффициент концентрации), как показатель уровня аномальности содержаний элементов, определяется по формуле: отношением содержания $K_k = C$ (содержание элемента) / C_f (фоновое содержание вещества).

Для техногенных аномалий, имеющих полиэлементный состав, для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения: $Z_{снз} = \sum K_k - (n - 1)$; где n - число учитываемых аномальных элементов.

Уровни загрязнения определяются по шкале, в которой отмечено:

< 64 - низкая;

от 64 до 128 - средняя;

от 128 до 256 - высокая;

> 256 - очень высокая (Саэт и др., 1982).

4.3. Исследований донных отложений

Наряду с гидрогеохимическими исследованиями проводилось гидролитогеохимическое опробование донных отложений. Пробы отбирались в по «ГОСТ 17.1.5.01-80...».

При отборе проб из-под воды используют особые пробоотборники в форме совков с длинной ручкой. Вес одной отобранной пробы обычно составляет примерно 0,3-0,4 кг, в зависимости от того, какие анализы мы планируем проводить далее.

Пробы размещаются в чистые мешочки (либо полиэтиленовые, либо х/б). Пробы донных отложений необходимо отбирать в строгом соответствии с положением к водотоку (Язиков и др., 2003).

При подготовке к анализу пробы проходят ряд стадий: 1) просушивание; 2) дробление; 3) истирание; 4) квартование и др.

4.4. Исследование поверхностных и подземных вод.

Исследования проводились путем отбора проб воды в реках и скважинах района по «ГОСТ 17.1.5.05-80...».

Для поверхностных вод был выбран гидрогеохимический метод исследования, так как он позволяет определить закономерности условия питания и разгрузки, взаимосвязи вод поверхностных водотоков, уровни содержания тяжелых металлов и иных вредных веществ в поверхностных водах, состояние и динамику поверхностных, их гидросферы непосредственно воздействующей на природную среду.

Пробы отбирались на реках Бакчар (Поротниково), Большая Галка, Тетеренка, на профиле 2 (Полынянский участок), и в точке на расстоянии 1км от профиля 3-0 при помощи ведер белого цвета. Также стоит отметить, что на крупных реках, если отбор предстоит с определенных глубин, необходимо использовать специальный батометр (Язиков и др., 2003).

Пробы подземных вод отбирались в следующих местах:

Скважина в 13 км от с. Подольск (самоизливающаяся);

Скважина №1 (Полынянский участок);

Скважина возле с. Поротниково;

Скважина в 300м от разведочной скважины с. Полынянка;

посредством полиэтиленовой посуды.

Пробы отбирались в пластиковые бутылки и доставлялись в лабораторию ТПУ, для проведения анализа методом ICP MS (масс – спектрометрический с индуктивно – связанной плазмой).

4.5 Исследование солевых отложений

Проводились исследования солевых образований (накипи) на посуде, которая в силу своей специфики является длительной депонирующей средой и отражает химический состав питьевых вод, которые использует в повседневной жизни определенная семья. Как показали исследования, данная среда очень

индикаторная (Язиков и др., 2002; Язиков и др., 2004; Рихванов и др., 2006; Барановская, 2011).

Отбор солевых отложений из посуды проводился в поселках Кенга, Хуторское, Панычево, Парбиг, Подольск, Кедровка, Большая Галка, Новая Бурка, Крыловка, Богатыревка, Высокий Яр, Вавиловка, Чернышевка, Бакчар, Чумакаевка, Поротниково, Полынянка, Бородинск и Плотниково. Начальная масса пробы была от 20 до 50 грамм. Далее после сушки и истирания до состояния «пудры» пробы направлялись на анализ (Барановская, 2011).

4.6 Биогеохимические исследования

Для геохимического исследования биоты проводился отбор волос, крови (Барановская, 2011; Монголина, 2011; Наркович, 2012).

Волосы отбирались у детей в возрасте до 14 лет на голове (височная, лобная, теменная, затылочная область) согласно рекомендациям А.А. Киста и Л.И. Жук (1987) на всю длину волос (Кист, 1987).

В итоге после отбора подготавливалась объединенная проба, которая, после промывания дистиллированной водой и ацетоном, измельчалась, и далее отправлялась на анализ в алюминиевой фольге (Язиков, 2006). Пробы волос отбирались в следующих поселках: Кенга, Высокий Яр, Хуторское, Парбиг, Кедровка, Панычево, Крыловка, Богатыревка, Новая Бурка, Подольск, Вавиловка, Чернышевка, Большая Галка, Бакчар, Чумакаевка, Поротниково, Полынянка, Бородинск и Плотниково.

Кровь отбиралась из вены посредством стерильного шприца объемом по 5 мл работниками медицинских учреждений. Затем в чашках Петри в лаборатории пробы сушились при температуре от 50 до 60°C в муфельной печи до сухого состояния, истирались и далее отправлялись на анализ в пакетиках их алюминиевой фольге по 100 мг.

Отбор проб крови производился в поселках Кедровка, Новая Бурка, Высокий Яр, Хуторское, Богатыревка, Вавиловка, Чернышевка, Большая Галка, Бакчар, Чумакаевка, Поротниково, Полынянка.

4.7. Радиогеохимические исследования

Объектом исследований являлся радиационный фон, величина которого определяется мощностью экспозиционной дозы излучения от техногенных и природных источников, а также содержанием естественных радионуклидов в природно-техногенных системах.

Пешеходная гамма-съемка выполнялась с применением радиометра СРП 68-01 и прибора РКП – 305 по профилям литогеохимического опробования.

Основными контролируемыми параметрами являются:

- 1) Мощность экспозиционной дозы (МЭД).
- 2) Содержание урана, тория-232 и калия-40.

4.8. Аналитическое и метрологическое обеспечение исследований

Для количественного анализа на различные элементы на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т НИИЯФ при ТПУ использовался метод ИНАА, который может определять концентрацию (мг/кг) 28 химических элементов. В основе метода лежит регистрация радиоактивных радионуклидов, которые появляются при облучении исследуемых проб потоком нейтронов с интегральной дозой $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./(кв.см·с). При проведении измерений использовался гамма-спектрометр с германий-литиевым детектором.

Для определения химических элементов в пробах поверхностных и подземных вод использовался метод ICP MS. Это эффективный высокочувствительный метод анализа определяет химические элементы с пределами обнаружения: в твердой пробе: $10^{-1} - 10^{-3}$ нг/г или до 10^{-9} %, и широкий диапазон концентраций до 8-9 порядков в рамках одного измерения. В основе метода лежит использование масс-спектрометра и индуктивно-связанной плазмы (источник ионов) для их детектирования и разделения.

Достоверность обеспечивается большим количеством проб, которые были изучены высокочувствительными современными аналитическими методами, а также проработкой литературы, касающейся темы работы.

4.9. Методы обработки информации

Сбор, аналитическая обработка полученных данных проводилась ПК с использованием программ «Statistica», «Word», «Photoshop», в электронных таблицах «Excel» и др.

В ходе проведения статистически обработки данных определялись параметры: медиана, пределы значений, мода, среднее значение, вариация и стандарт.

Учитывая, что при работе использовались данные, которые имеют географическую привязку (долготу и широту), для их пространственного анализа была сделана попытка составления карт распределения различных элементов с той или иной концентрацией.

В результате это позволило провести ранжирование территории по эколого-геохимическим показателям и оценить техногенное воздействие на человеческий организм.

Глава 5. Эколого-геохимическая характеристика природных сред

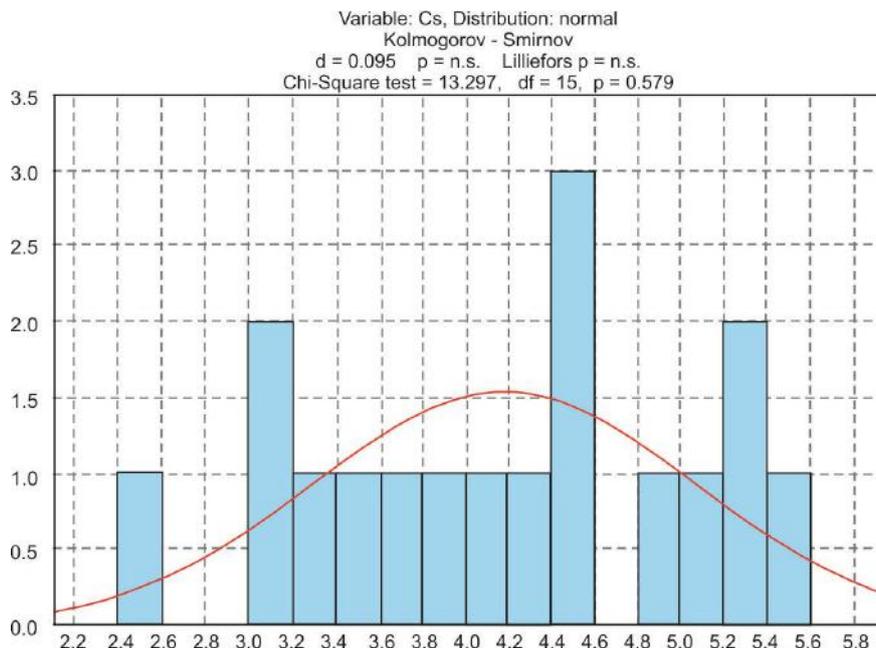
5.1. Характеристика почвенного покрова территории Бакчарского района

Почвы, накапливая длительное время микроэлементы, которые поступают в них из окружающей среды, более полноценно отражают уровень загрязнения природной среды. Связи между показателями здоровья и концентрацией загрязняющих веществ в почве (Сает, 1990) свидетельствуют о значимости получения достоверной информации, об уровнях накопления микроэлементов в почвах.

Почвенный покров Бакчарского района изменяется вследствие воздействия антропогенных (уплотнение, разрушение и отчуждение почв при строительстве, химическое загрязнение) и природных факторов (заболачивание, ветровая, водная эрозия).

Для сопоставления результатов с данными других авторов мы применяли значения среднего содержания элементов в донных отложениях, результаты описательной статистики, а также величины коэффициента концентрации и суммарного показателя загрязнения, пылевой нагрузки. При помощи теста Колмогорова-Смирнова, определялась нормальность распределения.

Нормальный закон распределения содержаний элементов в почвах Бакчарского района установлен для всех, отличный от нормального – только для Au (рисунок 29).



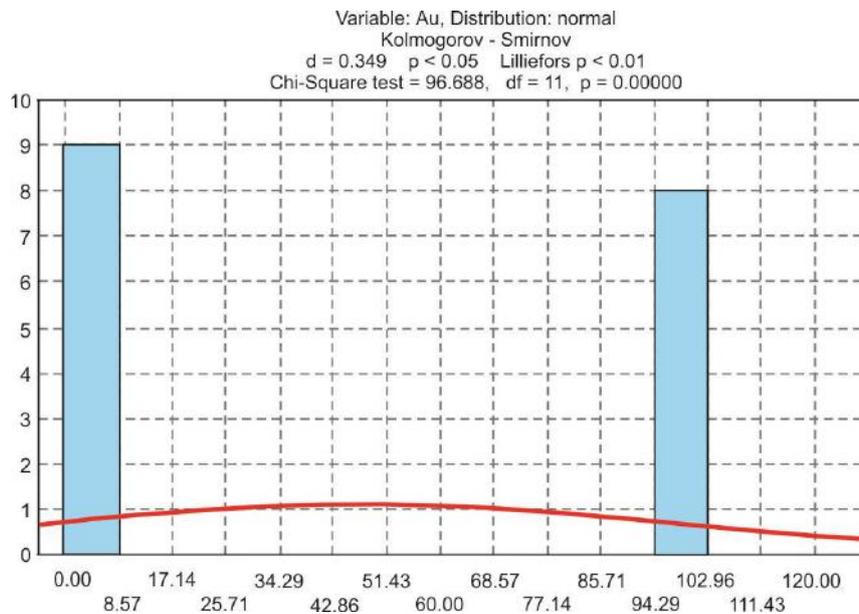


Рисунок 29. Хи-квадрат, результаты теста Колмогорова-Смирнова и гистограмма, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения; элемент Cs - нормальное распределение, Au - отличный от нормального.

Большее количество химических элементов по V% (коэффициенту вариации):

1) Распределяются равномерно, за исключением Au, распределение которого неравномерное ($V\% > 50$) (таблица 6).

Таблица 6. Содержания элементов в почвах населенных пунктов района и их статистические параметры распределения (объем выборки 36 проб)

элемент	X	min	max	N	V%	3δ	x+3δ
Na%	0,76 ± 0,02	0,27	1,12	39	21,3	0,49	1,26
Fe%	2,63 ± 0,07	1,43	3,74	39	18	1,42	4,06
Ca%	1,31 ± 0,05	0,47	2,01	39	24,5	0,96	2,28
Cr	94,6 ± 2,06	50,97	126,99	39	13,6	38,75	133,43
Sc	10,8 ± 0,27	5,73	13,4	39	15,8	5,14	15,97
Br	39,42 ± 1,9	12,1	64,88	39	30,4	35,98	75,40
Co	16,3 ± 0,7	7,26	33,47	39	28,4	13,91	30,24
Rb	79,6 ± 2,49	50,53	106,97	39	19,5	46,78	126,43
Cs	4,2 ± 0,14	2,53	5,66	39	20,1	2,56	6,82
Sb	1 ± 0,06	0,5	2,09	39	42,6	1,28	2,29
La	26,5 ± 0,88	8,73	43,37	39	20,8	16,63	43,22147
Ba	382,8 ± 17,5	228,27	787,95	39	28,5	327,93	710,75

Ta	1,17 ± 0,04	0,36	1,69	39	25,4	0,89	2,07
Hf	5,4 ± 0,12	3,42	7,21	39	14,3	2,33	7,76
Ce	55,8 ± 1,34	33,6	72,96	39	15,1	25,28	81,13
Au	0,007 ± 0,001	0	0,04	39	149,5	0,03	0,04
Eu	1,2 ± 0,04	0,61	1,72	39	21,2	0,76	1,98
Sm	5,5 ± 1,34	2,35	7,54	39	21,1	3,49	9,00
Yb	2,25 ± 0,07	0,99	3,55	39	20,5	1,38	3,64
Tb	0,78 ± 0,03	0,41	1,16	39	23,2	0,54	1,33
Lu	0,36 ± 0,01	0,15	0,55	39	21,5	0,23	0,60
Th	7,74 ± 0,18	4,55	9,76	39	15,03	3,49	11,24
U	2,22 ± 0,10	0,66	4,15	39	28,6	1,91	4,14
Th/U=3							

Примечание: данные ИНАА, X – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное; max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; $x+3\delta$ – среднее + стандартная ошибка;

2) Распределяются равномерно, за исключением Br, Ca, U, Sb распределение которых неравномерное ($V\% > 50$) (таблица 7, рисунок 30).

Таблица 7. Содержание элементов в почвах Полюнянского участка и их статистические параметры распределения (объем выборки 20 проб)

элемент	X	min	max	N	V%	3δ	$x+3\delta$
Na%	0,71 ± 0,05	0,06	0,96	21	34,14	0,73	1,45
Fe%	2,52 ± 0,18	0,34	3,77	21	32,93	2,49	5,02
Ca%	1,23 ± 0,22	0,25	5,42	21	80,89	3	4,23
Cr	77,8 ± 5,7	5,79	111,6	21	34,15	79,73	157,54
Sc	10,2 ± 0,69	1,27	14,22	21	30,88	9,5	19,75
Co	14,07 ± 1,5	1,64	34,54	21	49,4	0	34,9
Br	44,6 ± 7,72	18,58	192,85	21	79,26	106,25	150,93
Rb	61,2 ± 4,45	9,23	91,37	21	33,37	61,29	122,49
Cs	4,29 ± 0,35	0,55	7,77	21	37,63	4,85	9,14
Sb	0,78 ± 0,12	0,25	1,89	21	71,23	1,67	2,45
La	25,6 ± 1,7	2,57	34,99	21	32,06	24,7	50,38
Ba	350,7 ± 28,8	73,2	628,74	21	37,74	397,13	747,87
Ta	1,12 ± 0,1	0	1,9	21	40,56	1,38	2,5
Hf	4,38 ± 0,35	0,48	6,74	21	36,62	4,82	9,2
Ce	49 ± 3,3	5,69	68,86	21	31,64	46,55	95,58
Eu	1,12 ± 0,07	0,16	1,53	21	30,71	1,04	2,17
Sm	5,2 ± 0,4	0,44	8,08	21	36,37	5,71	10,94
Yb	2,23 ± 0,16	0,25	3,23	21	33,42	2,24	4,47

Tb	0,72 ± 0,05	0,05	1,17	21	37,07	0,81	1,54
Lu	0,33 ± 0,02	0,03	0,45	21	31,91	0,32	0,65
Th	6,83 ± 0,5	0,86	10,52	21	33,73	6,91	13,74
U	2,42 ± 0,31	0,26	7,64	21	60,12	4,37	6,8
Th/U=2,8							

Примечание: данные ИНАА, \bar{X} – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное; max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; $\bar{x}+3\delta$ – среднее + стандартная ошибка;

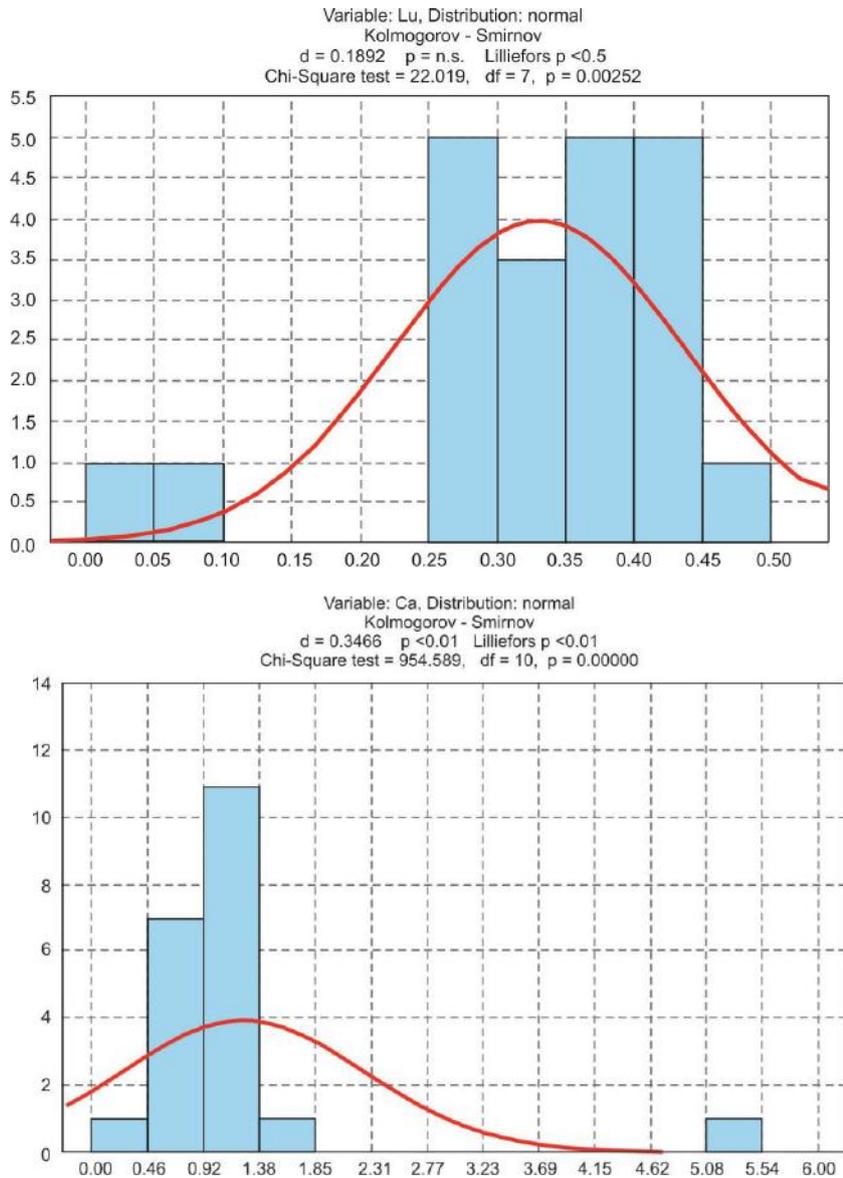


Рисунок 30. Хи-квадрат, результаты теста Колмогорова-Смирнова и гистограмма, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения; Lu - нормальное распределение, а Ca - отличный от нормального.

3) Распределяются равномерно, за исключением Sb, Au распределение которых неравномерное ($V\% > 50$) (таблица 8, рисунок 31).

Таблица 8. Содержание элементов в почвах Западного участка и их статистические параметры распределения (объем выборки 22 пробы)

элемент	X	min	max	N	V%	3δ	x+3δ
Na%	0,92 ± 0,02	0,75	1,15	23	11,5	0,32	1,24
Fe%	3,53 ± 0,07	2,8	4,6	23	11	1,16	4,69
Ca%	1,58 ± 0,06	1,1	2,8	23	20	0,95	2,53
Cr	120,56±3,4	97,7	176,2	23	14,48	52,37	172,93
Sc	14,14±0,25	11,8	16,6	23	9,08	3,85	17,99
Co	19,01 ± 0,6	14,2	26,2	23	17,76	10,13	29,15
Br	7,71 ± 0,50	0	14,7	23	33,85	7,83	15,54
Rb	90,59 ± 3,5	59	130	23	20,34	55,28	145,87
Cs	5,56 ± 0,17	3,2	7,5	23	16,08	2,68	8,24
Sb	0,81 ± 0,14	0	2	23	91,07	2,2	3
La	34,57 ± 0,9	27,8	51,3	23	13,61	14,11	48,68
Ba	561,3±24,5	370	872	23	22,69	382,03	943,33
Ta	1,05 ± 0,06	0,37	1,7	23	27,29	0,86	1,91
Hf	7,59 ± 0,22	6,1	11,8	23	15,17	3,45	11,04
Ce	69,58 ± 1,2	57,5	82,2	23	8,99	18,76	88,33
Au	0,05 ± 0,01	0	0,3	23	127,16	0,18	0,23
Eu	1,14 ± 0,03	0,84	1,51	23	14,97	0,51	1,66
Sm	7,7 ± 0,26	4,9	10,5	23	17,44	4,08	11,87
Yb	3,09 ± 0,06	2,4	3,7	23	10,09	0,94	4,02
Tb	1,04 ± 0,03	0,67	1,38	23	15,81	0,5	1,54
Lu	0,40 ± 0,01	0,3	0,49	23	11,48	0,14	0,54
Th	10,27 ± 0,2	8,4	12,4	23	10,01	3,08	13,35
U	3 ± 0,12	1,8	4,5	23	21,08	1,9	4,9

Примечание: данные ИНАА, X – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное; max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; x+3δ – среднее + стандартная ошибка;

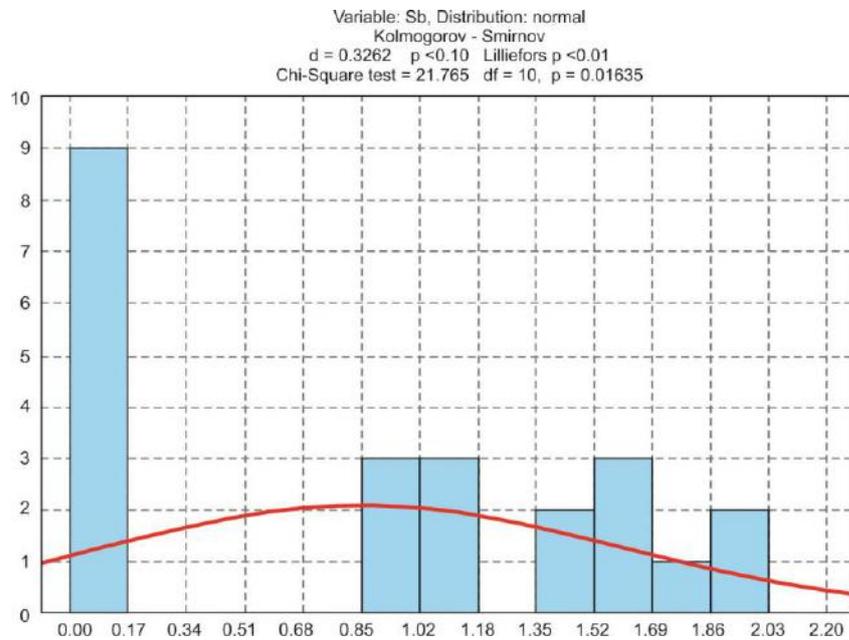
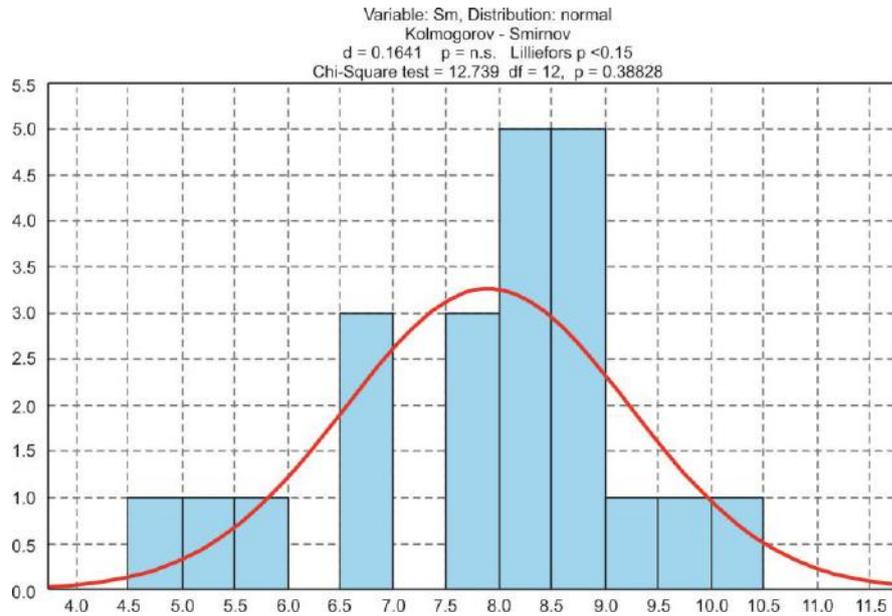


Рисунок 31. Хи-квадрат, результаты теста Колмогорова-Смирнова и гистограмма, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения; Sm – нормальное распределение, а Sb - отличный от нормального.

По результатам исследований в почвах установлены уровни накопления широко спектра элементов (таблица 9, рисунок 32). Кроме таких элементов, как Ag, Sr, As, в почвах накапливаются практически все изученные элементы.

Таблица 9. Содержание элементов в почвах района (среднее, мг/кг, Na, Ca, Fe в мас. %) (Шайхиев и др., 2015)

Элементы	В целом по району (78 проб)	Населенные пункты района (36 проб)	Среднее в пределах железорудного узла (42 пробы)	Полынянский участок (20 проб)	Западный Участок (22 пробы)	Кларк*	Фон**	Почвы мира***
Na	0,8±0,03	0,7±0,02	0,8±0,03	0,7±0,05	0,9±0,02	1,9	0,5	Н.д.
Fe	2,8±0,1	2,63±0,07	3,0±0,1	2,5±0,1	3,5±0,07	2,2	1,3	3,8
Ca	1,3±0,02	1,3±0,05	1,4±0,1	1,2±0,2	1,5±0,06	1,6	0,4	Н.д.
Ba	431,6±23,6	382,8±17,5	456±26,6	350,7±28,8	561,3±24,5	36	124	500
Br	30,5±3,3	39,4±1,9	26,1±4,1	44,6±7,7	7,7±0,50	26	1,2	5
Cr	97,6±3,7	94,6±2,06	99,1±4,5	77,8±5,7	120,5±3,3	50	43,2	100
Co	16,4±0,9	16,3±0,7	16,5±1,07	14,07±1,5	19±0,65	22	6,5	8
Au	0,03±0,005	0,007±0,001	0,05±0,01	<п.о.	0,05±0,01	0,005	Н.д.	Н.д.
Sb	0,8±0,1	1±0,06	0,8±0,1	0,7±0,1	0,8±0,1	0,25	0,3	Н.д.
Cs	4,6±0,2	4,2 ±0,1	4,9±0,2	4,2±0,3	5,5±0,1	5,9	1,2	6
Rb	77,1±3,5	79,6 ±2,5	75,9±4	61,2±4,4	90,5±3,5	96	17,2	100
Ta	1,1±0,06	1,2±0,04	1,08±0,3	1,1±0,1	1,05±0,06	1,9	0,16	Н.д.
Hf	5,8±0,2	5,4±0,1	6,0±0,2	4,3±0,3	7,5±0,2	2,5	3,8	6
Sc	11,7±0,4	10,8 ± 0,3	12,1±0,4	10,2±0,6	14,1±0,2	7	8,3	Н.д.
Sm	6,1±0,6	5,5±1,3	6,5±0,3	5,2±0,4	7,8±0,3	4,5	3,9	4,5
Tb	0,8±0,1	0,8±0,03	0,8±0,04	0,7±0,05	1,04±0,03	0,64	0,13	0,7
La	28,8±1,1	26,5±0,9	30±1,3	25,6±1,7	34,6±0,9	12	17,3	40
Eu	1,1±0,04	1,2±0,04	1,1±0,05	1,1±0,07	1,1±0,03	0,64	1,4	1
Yb	2,5±0,09	2,2±0,07	2,6±0,1	2,2±0,2	3,09±0,06	1,9	0,9	3
Lu	0,4±0,01	0,4±0,01	0,4±0,01	0,3±0,02	0,4±0,01	0,45	0,16	0,4
Ce	58,1±1,9	55,8±1,3	59,3±2,2	49±3,3	69,6±1,20	32	33,4	50
La/Yb	11,42	11,7	11,32	11,47	11,18	6,31	19,2	13,3
La+Ce/ Yb+Lu	30,1	31,5	29,45	29,1	29,8	18,7	47,8	26
Ce/Eu	50,53	46,5	52,39	43,75	61,03	50	24	50
Sm/Lu	17,1	15,2	17,61	15,75	19,47	10	24,4	11,2
U	2,5±0,17	2,2±0,10	2,7±0,22	2,4±0,31	3±0,12	1,9	0,5	1
Th	8,3±0,3	7,7±0,18	8,5±0,35	6,8±0,5	10,3±0,2	7,6	3,7	5

Результаты ИНАА; ± ошибка стандартная; «Н.д.» - нет данных <п.о. - ниже предела обнаружения; * - Н.Ф. Глазовский (1982), ** - Е.Г. Язиков (2006), ***- N.J.M. Bowen (1966), жирным выделены значения статистически значимо превышающие остальные.

Сравнение значимости различий между средними концентрациями химических элементов в почвах для различных рассматриваемых участков проводилось с использованием критериев непараметрической статистики - Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова.

Отмечается минимальное превышение над фоном для скандия - 1,2, максимальное для брома – 32,8 и тантал - 7,5.

Почвы Бакчарского района и Полынского участка менее обогащены элементами (кроме Sb, Au, Eu, Lu) в сравнении с почвами Западного участка.

Так, содержание Ва в почвах Западного участка больше в 1,6 раз, Fe в 1,4 раза при сравнении с Польшинским участком.

Минимальное превышение над кларком (геохимический кларк ноосферы; Глазовский, 1982) для La – 2,45, максимальное для Ва – 12,06

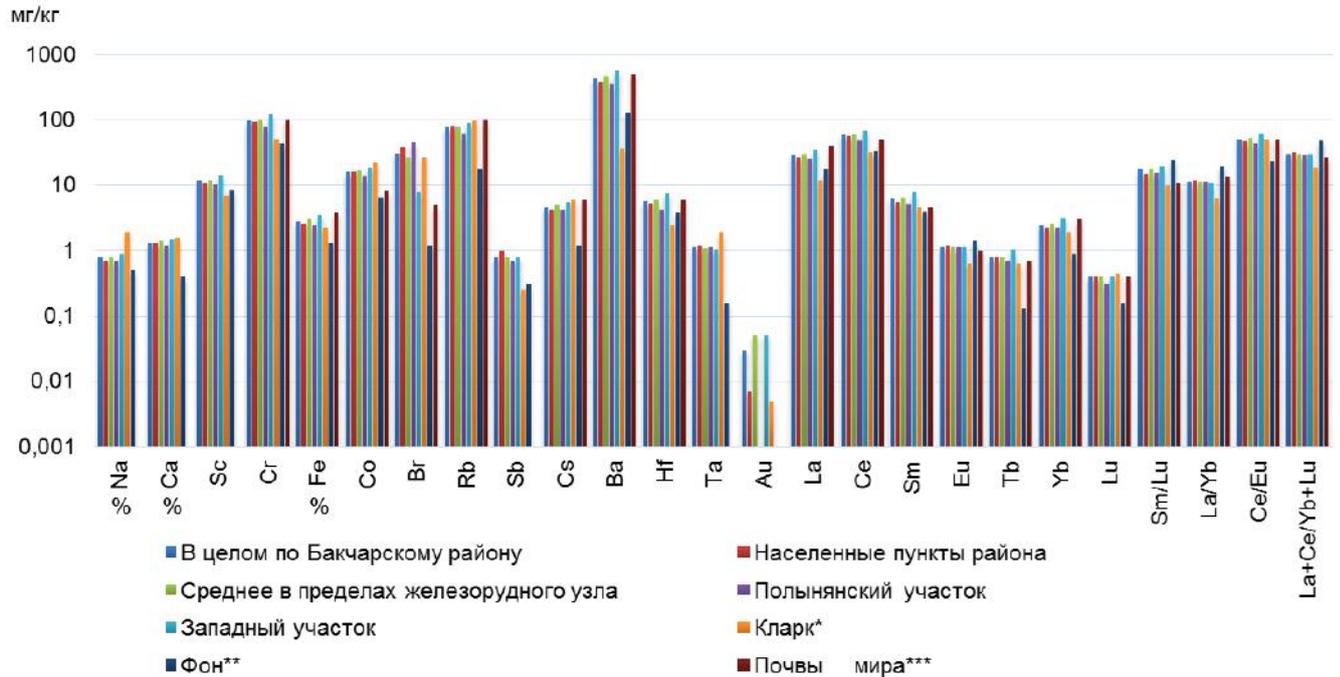


Рисунок 32. Сравнительная характеристика содержаний элементов в почвах

* - Н.Ф. Глазовский (1982), ** - Е.Г. Язиков (2006), ***- N.J.M. Bowen (1966).

В сравнении отношений различных редкоземельных элементов Sm/Lu и La/Yb почв района превышает кларк в 1,7 раза, отношения Ce/Eu практически равны. Это может указывать на особенности специфики накопления этих элементов в почвах района.

Стоим отметить, что отношение $(La+Ce) / (Yb+Lu)$ больше аналогичных кларковых значений (минимальное превышение для La в 2,4 раза, максимальное для Ва в 12,06 раз) и значений в почвах мира (Bowen, 1966), но меньше в 1,6 фоновых (рисунок 33).

В почвах находятся радиоактивные элементы, как техногенного, так и естественного происхождения (Рихванов, 1996).

Актуальность изучения связана со способностью радиоактивных элементов накапливаться в почве (длительной депонирующей среде) и возможностью поступать в человеческий организм по трофическим цепям.

Радиоактивный фон необходимо изучать в целях определения составляющей техногенных загрязнителей от промышленных предприятий, которые содержатся в почвах в прочных закрепленных соединениях, что существенно уменьшает возможность их движения и доступности к растениям (Собакин и др., 1998).

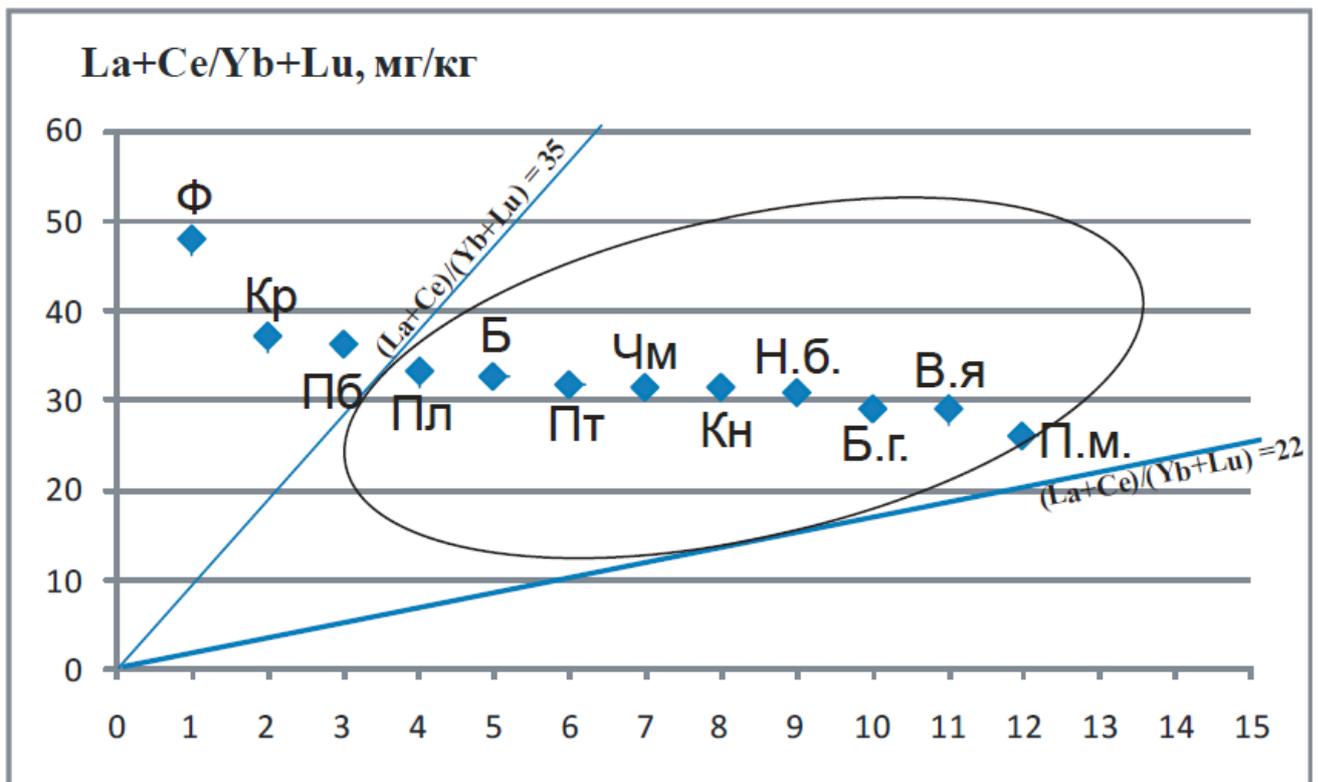


Рисунок 33. Типизация (геохимическая) почв урбанизированных и фоновых территорий по отношению $(La+Ce) / (Yb+Lu)$: Кр – Крыловка, Пб – Парбиг, Пл – Плотниково, Б – Бакчар, Пт – Плотниково, Чм – Чумакаевка, Кн – Кенга, Н.б. – Новая Бурка, Б.г. – Большая галка, В.я. – Высокий Яр, П.м. – почвы мира. Ф – Фон заказник <<Томский>>.

На территории Бакчарского района в 2006-2007 нами была изучена общая радиационная обстановка наземной гамма-спектрометрической и гамма-радиометрической съемок в населенных пунктах района и на западном и восточном участках месторождения.

По итогам исследований содержание урана в почвах района изменяется от 0,9 до 5,4 (среднее 2,5 мг/кг), тория от 4,6 до 11,2 (среднее 8,3 мг/кг) (таблица 10, рисунок 34, 35).

Повышенные содержания U на Западном участке в сравнении с Полынянским участком и районом в целом, можно объяснить тем, что основным источником его поступления в почвы являются котельные, как частного сектора, так и предприятия, которые используют уголь в качестве топлива и расположены в этой части участка.

Имея природное образование, угли содержат радиоактивные и естественные элементы (Рихванов и др., 1996). Возможно, существует и природная причина (пески с цирконом, ураноносные торфяники и другие причины) высокий содержания урана в почвах Западного участка.

Таблица 10. Содержание радиоактивных элементов и их отношение в почвах

Территория	U (мг/кг)	Th (мг/кг)	Th/U отношение	Кол-во проб
	<u>среднее±ошибк.станд.</u> миним/максим	<u>среднее±ошибк.станд.</u> миним/максим		
Бакчарский район	<u>2,5±0,17</u> 0,9/5,4	<u>8,3±0,3</u> 4,6/11,2	3,2	83
Населенные пункты	<u>2,2±0,10</u> 0,66/4,15	<u>7,7±0,18</u> 4,55/10,76	3,4	39
Полынянский участок	<u>2,4±0,31</u> 0,26/7,64	<u>6,8±0,5</u> 0,86/10,52	2,8	21
Западный участок	<u>3±0,12</u> 1,8/4,5	<u>10,3±0,2</u> 8,4/12,4	3,4	23
Томская область (Рихванов,1997)	2,4	8,5	3,5	
Фон*	0,5	3,7	7,4	
Почвы мира**	1	5	5	
Континентальные почвы США***	<u>2,7</u> 0,29/11	<u>9,4</u> 2,2/31	3,5	

* - Е.Г. Языкков (2006), ** - N.J.M. Bowen (1966), *** - Shacklette, Hansford T (1984).

Как видно из таблицы, содержание урана в почвах района практически совпадает с содержанием в почвах Томской области (2,4 мг/кг) и превышает аналогичные показатели в почвах мира и фоне.

По Th наблюдается практически схожая картина: в почвах западного участка содержание Th выше остальных показателей. Что же касается показателя Th в

целом по району, то он не превышает среднеобластного показателя (8,5 мг/кг) (Рихванов, 1997), но наблюдается превышение фона в 2,3 раза (рисунок 36).

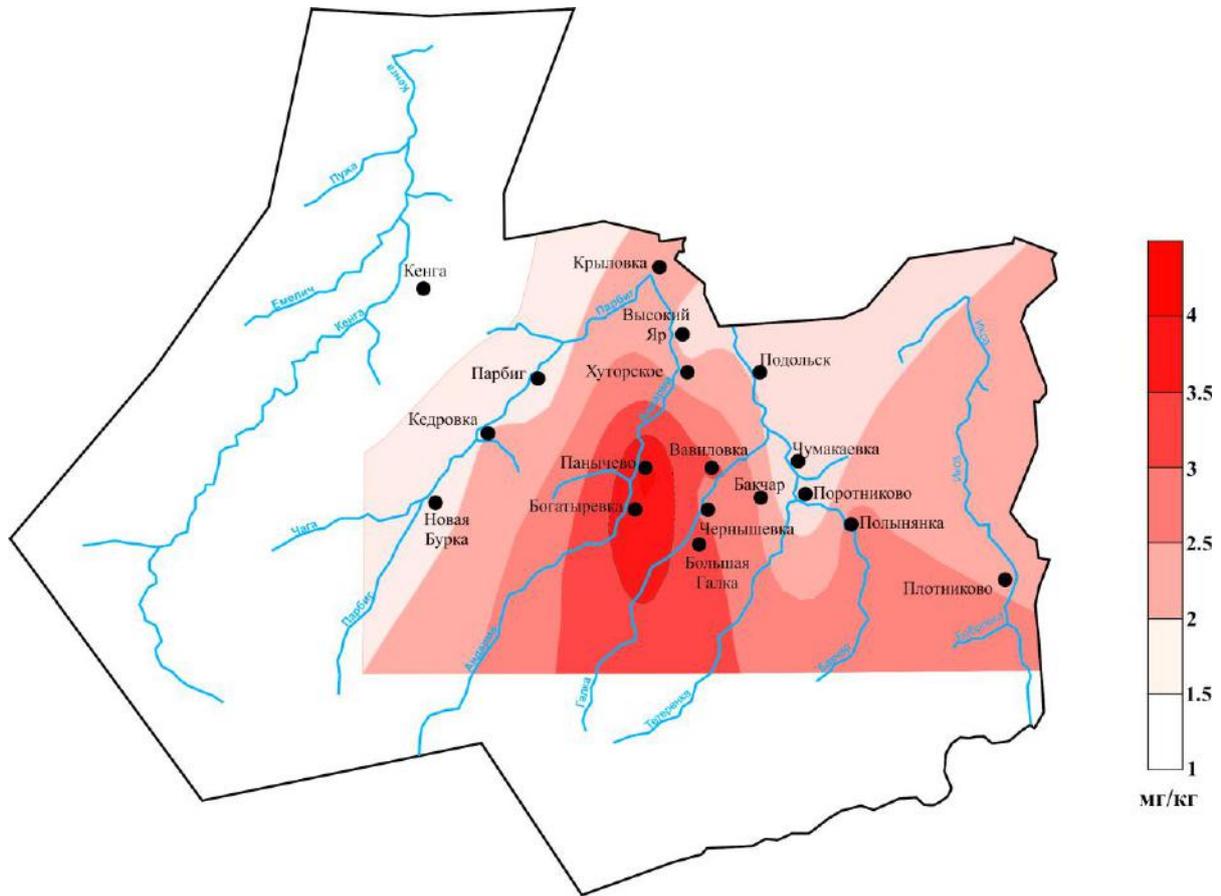


Рисунок 34. Карта распределения содержания U в пробах почв Бакчарского района

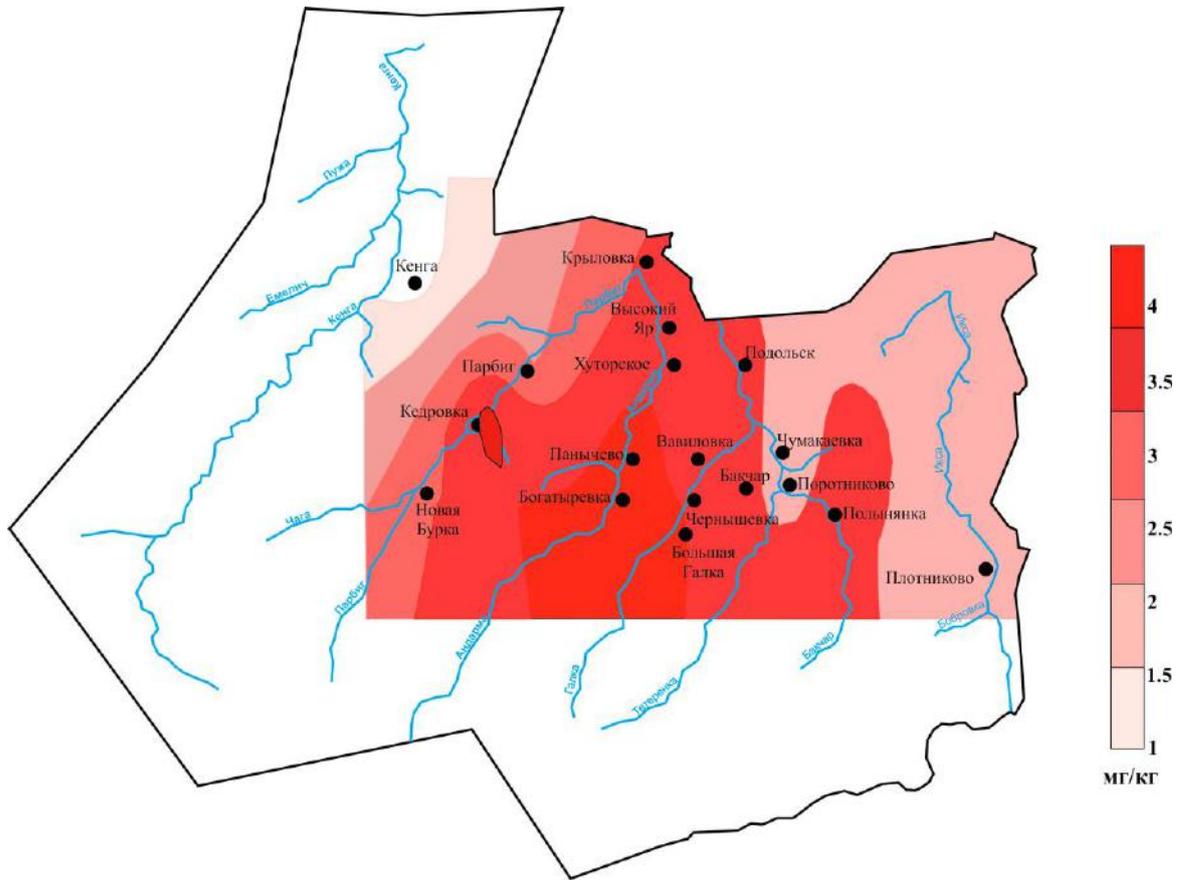


Рисунок 35. Карта распределения содержания Th в пробах почв Бакчарского района

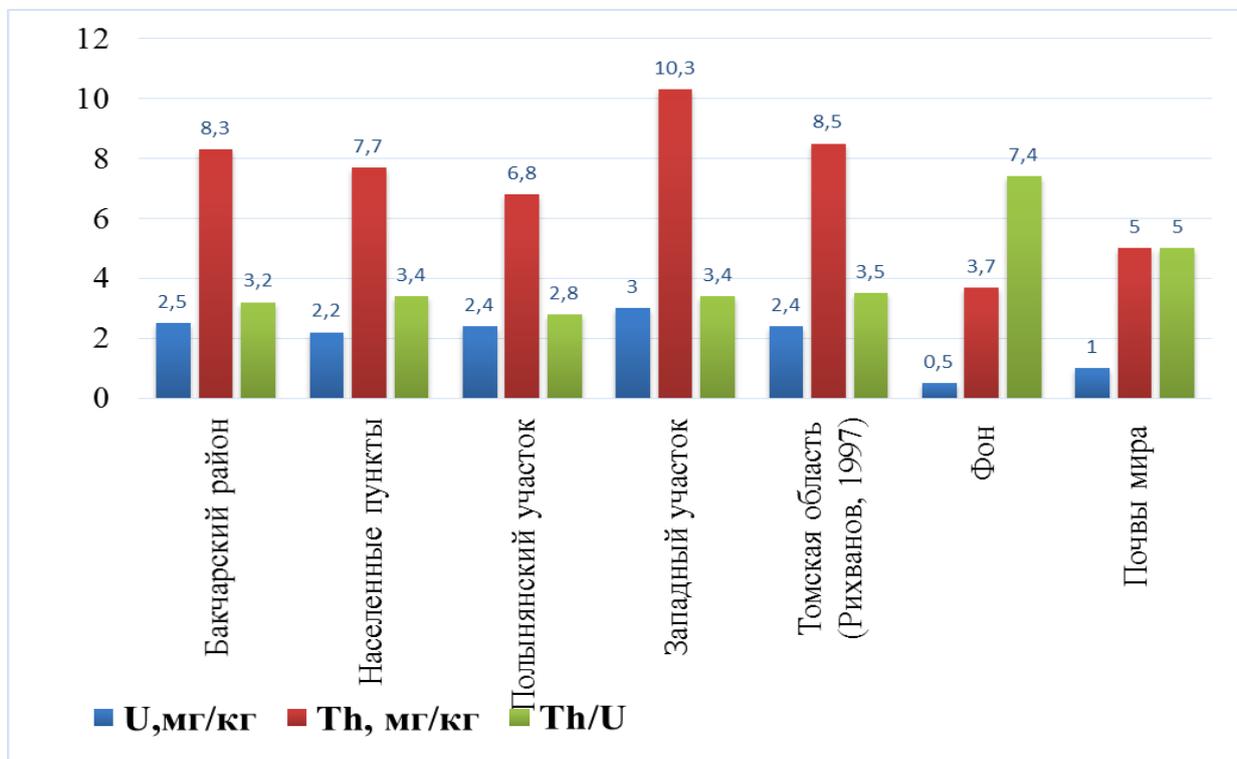


Рисунок 36. Содержание Th и U в различных почвах

Показатель Th/U для большинства генетических типов почв в разных природно-климатических зонах, которые не подвержены активному техногенному воздействию, составляет от 3 до 5 единиц (Рихванов, 1997). Что говорит нам о нормальном отношении тория к урану в преобладающих типах образований геологических (Смыслов, 1974) и коры земной (Тейлор и др., 1988).

Снижение данного показателя возможно в почвах, которые изменились в результате техногенного воздействия и состоят из смеси самой почвы и материалов (зола, торф, шлак).

Для почв, которые подверглись влиянию промышленных предприятий ядерно-топливного цикла, величина $\text{Th}/\text{U} < 2,5$ единиц (Рихванов, 1997).

В исследуемых почвах Th/U отношение составляет от 2,8 (Полынянский участок) до 3,3 (Западный участок), что говорит о близком к нормальному значению отношении (рисунок 35).

Пониженные значения Th/U отношений (менее 2,5 единиц) в почвах нами выявлены в пос. Панычево, а повышенные (более 5 единиц) в пос. Чумакаевка (рисунок 37).

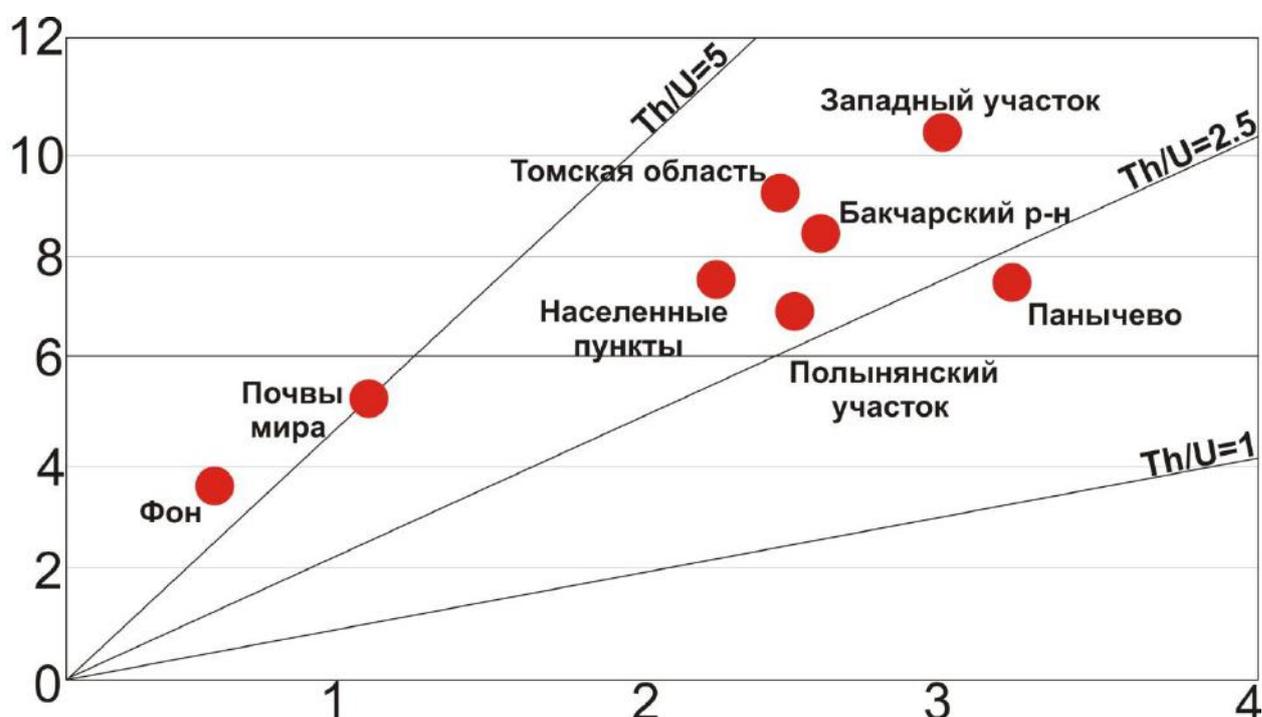


Рисунок 37. Показатель Th/U отношения в почвах района

Так как техногенные аномалии имеют полиэлементный состав, для характеристики воздействия групп элементов рассчитывается суммарный показатель загрязнения: $Z_{\text{СПЗ}} = \sum K_{\text{К}} - (n - 1)$, где $\sum K_{\text{К}}$ – это сумма коэффициентов концентраций; n – количество элементов, которые учитываются.

$Z_{\text{СПЗ}}$ для Бакчарского района характеризуется следующим образом: Польшанский участок – 15,08 (низкая степень загрязнения), Западный участок – 27,42, населенные пункты – 19,12 (средняя степень загрязнения). В среднем по Бакчарскому району этот показатель составляет 20,5, что по методическим указаниям (1987) и ориентировочной шкале (Саев, 1990) говорит о умеренно опасном уровне заболеваемости и степени загрязнения средней.

Основной вклад в накопление элементов вносят элементы Вг ($K_{\text{К}}=25,42$), Та ($K_{\text{К}}=6,88$), Тб ($K_{\text{К}}=6,15$) (таблица 11) (Шайхиев и др., 2015).

Согласно проведенным нами исследованиям, руды содержат повышенные концентрации As и Со (таблица 12), что при $\text{pH} < 7$ и росте O_2 предполагает их активную миграцию в другие природные среды при разработке, и возможным негативным влиянием на окружающую природную среду, но их избыточных концентраций в почвах не установлены.

Минералого-геохимические особенности и типы руд Бакчарского проявления железных руд также рассматриваются в работах О.М. Гринёва (2010), Е.М. Асочаковой (2013) и М.А. Рудмина (2015).

По результатам исследований нами получены оценочные геохимические показатели почвенного покрова, которые в дальнейшем могут быть использованы при ведении геоэкологического мониторинга вследствие разработки ресурсов железных руд методом СГД.

Таблица 11. Коэффициенты концентрации химических элементов относительно фона* (Шайхиев и др., 2015)

Территория	Геохимический ряд
Бакчарский район	Br _{25.42} Ta _{6.88} Tb _{6.15} Rb _{4.48} Cs _{3.83} Ba _{3.48} Ca _{3.25} Yb _{2.78} Sb _{2.67} Co _{2.52} Lu _{2.5} Cr _{2.26} Fe _{2.15} Ce _{1.74} La _{1.66} Na _{1.6} Sm _{1.56} Sc _{1.41}
Населенные пункты района	Br _{32.8} Ta _{7.5} Tb _{6.15} Rb _{4.6} Cs _{3.5} Sb _{3.3} Ca _{3.25} Ba _{3.1} Co _{2.5} Lu _{2.5} Yb _{2.4} Cr _{2.19} Fe ₂ Ce _{1.67} La _{1.5} Na _{1.4} Sm _{1.4} Sc _{1.3}
Полынянский участок	Br _{37.2} Ta _{6.9} Tb _{5.4} Rb _{3.6} Cs _{3.5} Ca ₃ Ba _{2.8} Yb _{2.4} Sb _{2.3} Co _{2.1} Lu _{1.9} Fe _{1.9} Cr _{1.8} Ce _{1.5} La _{1.5} Na _{1.4} Sm _{1.3} Sc _{1.2}
Западный участок	Tb ₈ Ta _{6.5} Br _{6.4} Rb _{5.3} Cs _{4.6} Ba _{4.5} Ca _{3.8} Yb _{3.4} Co _{2.9} Cr _{2.8} Fe _{2.7} Sb _{2.7} Lu _{2.5} Ce _{2.1} La ₂ Sm ₂ Na _{1.8} Sc _{1.7}

* - Локальный фон “Заказник Томский” Е.Г. Язиков (2006).

Таблица 12. Содержание ряда химических элементов (г/т) в пробах Бакчарского рудопоявления по данным (Шайхиев, 2013)

элемент	проба	
	железистые песчаники кровли (175 м)	среднее рыхлая руда (250м)
Fe %	9,4	42,8
Co	10,7	60,55
As	725,1	437,1
Sm	24,1	25,9
Cr	53,8	209,8
Hf	0,1	3,25
Au	0,02	0,077
La	92,6	65,25
Th	3,8	14,15
Eu	0,05	2,75
Ce	39,7	147,4
Yb	7,4	6,4
Tb	0,67	2,75
Lu	1,1	0,975

5.2. Характеристика снегового покрова территории Бакcharского района

Значение суммарного показателя загрязнения исследуемой территории района представлено следующим образом: населенные пункты – 58,2, Западный участок – 84,23, Польшнянский участок – 58,2, что согласно градации (Сагт, 1990) (Zспз 64-128) говорит о низкой: Польшнянский участок (отсутствие населенных пунктов в пределах участка) и средней: Западный участок и населенные пункты (в повседневной деятельности котельные в качестве топлива используют уголь) степени загрязнения.

Уровень пылевой нагрузки по сравнению с аналогичными показателями нечерноземной полосой России и Томской области является низким. Нахождение в значительном количестве населенных пунктов в пределах западного участка обуславливает повышенное значение данного показателя (рисунок 38).

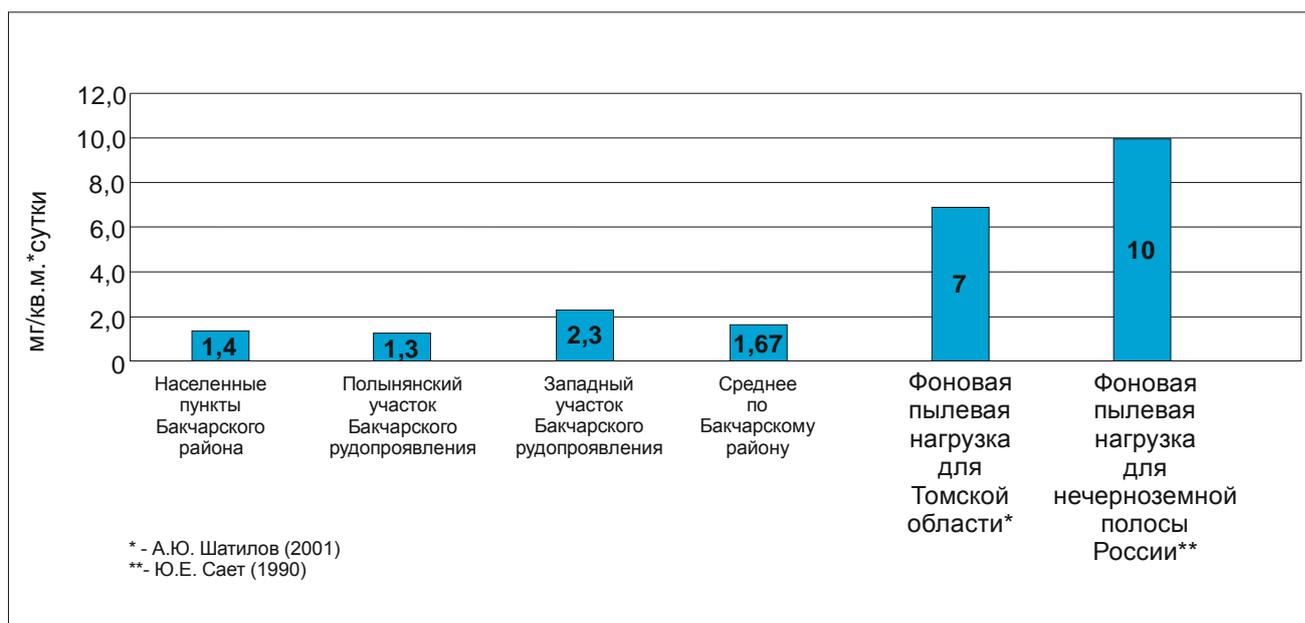


Рисунок 38. Распределение пылевой нагрузки

Проведя оценку пылевого загрязнения, мы можем спрогнозировать ниже средние показатели суммарной заболеваемости хроническими заболеваниями, а также функционально-морфологические отклонения, согласно методическим рекомендациям (1987) (рисунок 39).

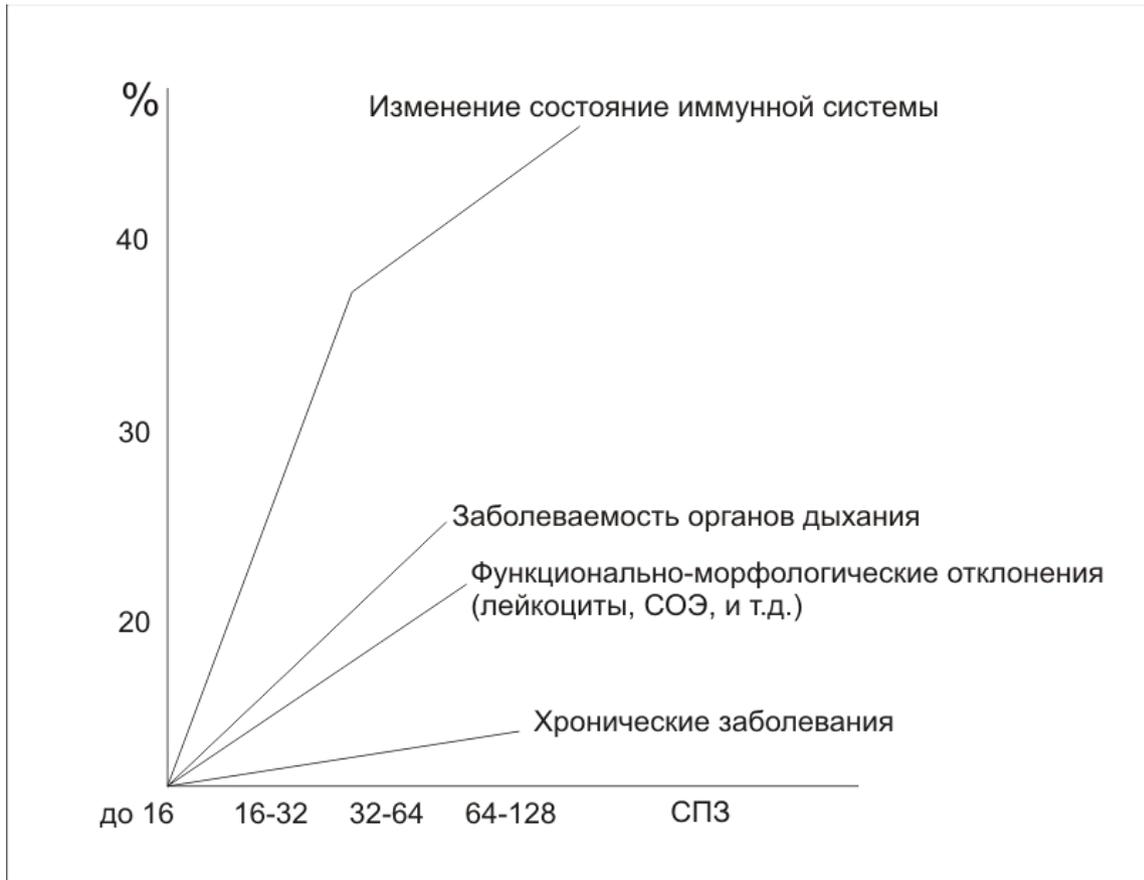


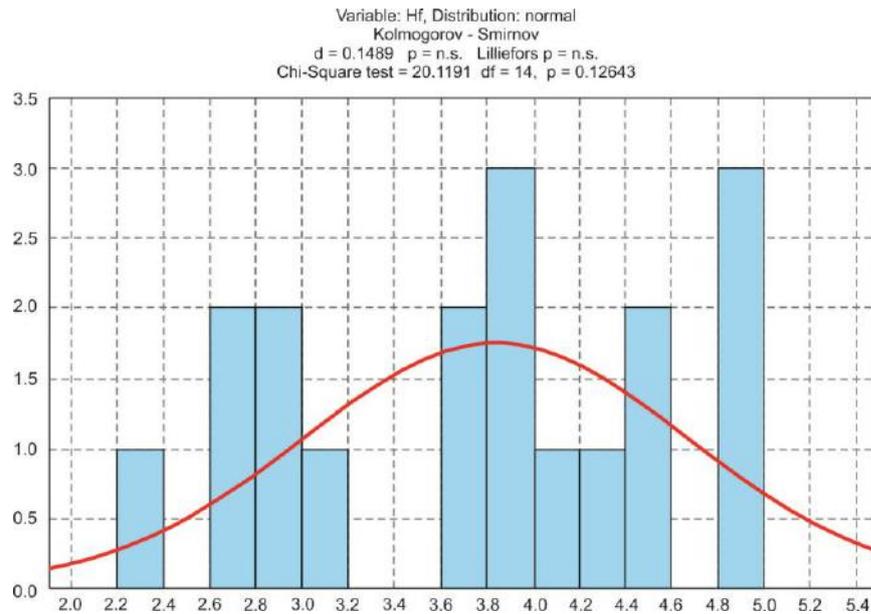
Рисунок 39. Зависимость показателя СПЗ и частоты отклонений состояния здоровья детей (Сает,1990)

По результатам исследований в твердом остатке снегового покрова установлены уровни широкого спектра элементов (таблица 13, 14, рисунок 40, 41).

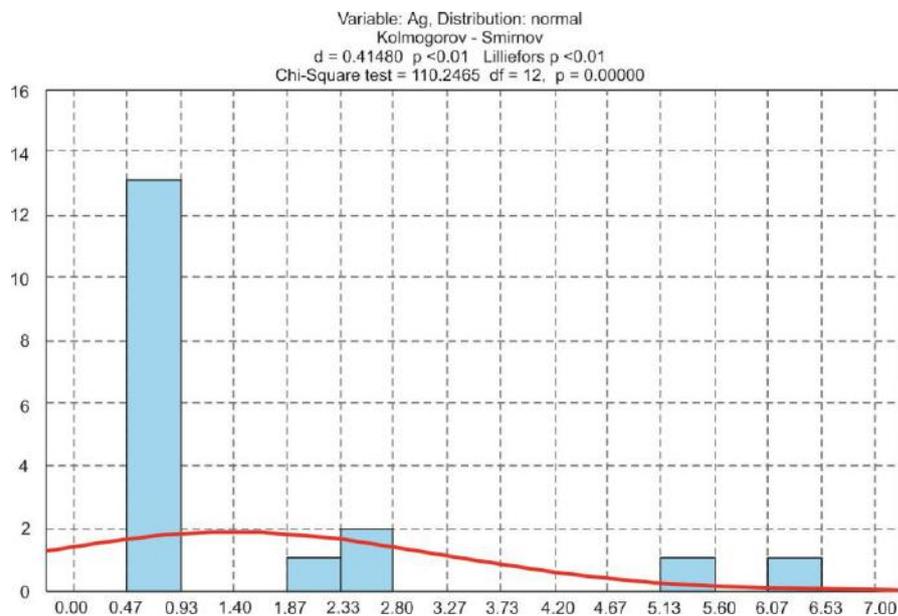
Таблица 13. Содержаний элементов в твердом осадке снега населенных пунктов Бакчарского района и оценка их числовых характеристик (мг/кг, Na, Ca, Fe в мас. %)

Элемент	X	min	max	N	V%	3δ	x+3δ
Na%	0,5 ± 0,02	0,37	0,88	18	20,3	0,3	0,9
Fe%	3,2 ± 0,18	2	4,8	18	23,7	2,3	5,61
Ca%	0,8 ± 0,06	0,49	1,7	18	33,7	0,81	1,62
Cr	140,9 ± 10,4	84,6	255,3	18	31,4	132,8	273,8
Sc	8 ± 0,4	5,5	12,3	18	23	5,5	13,54
Br	8,1 ± 0,6	4,7	13,9	18	33,8	8,2	16,32
Co	13,1 ± 0,8	8,6	23,2	18	27,1	10,7	23,86
As	6,6 ± 1,8	0,25	21,1	18	117,4	23,4	30,09
Rb	52,9 ± 2,7	30	73	18	22,3	35,5	88,49
Cs	3,6 ± 0,2	2,1	6,1	18	27,6	3	6,63
Ag	1,4 ± 0,4	0,5	6,4	18	128,3	5,4	6,84
Sb	6,8 ± 0,5	3,7	13,7	18	36,7	7,5	14,45
La	32,7 ± 2,6	18	56,5	18	34,6	34,1	66,9
Ba	790,3 ± 64,5	450	1730	18	37,3	885,1	1675,4
Ta	0,7 ± 0,1	0,1	1,4	18	61,6	1,3	2,02
Hf	3,8 ± 0,1	2,4	5	18	21,6	2,4	6,33
Ce	68,7 ± 6,4	39	131,2	18	39,9	82,5	151,27
Au	0,09 ± 0,01	0,04	0,18	18	51,8	0,14	0,23
Eu	1,01 ± 0,06	0,62	1,6	18	28,7	0,8	1,89
Sm	4,6 ± 0,2	2,9	7,7	18	26,7	3,7	8,36
Yb	2,1 ± 0,1	1,5	3,4	18	24,7	1,5	3,73
Tb	0,6 ± 0,04	0,29	1,1	18	34,6	0,6	1,22
Lu	0,29 ± 0,01	0,21	0,38	18	18	0,15	0,45
Th	6,8 ± 0,6	3,8	14,3	18	40,2	8,3	15,15
U	2,6 ± 0,1	1,7	4	18	27,4	2,2	4,88

Примечание: данные ИНАА, X – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное; max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; x+3δ – среднее + стандартная ошибка;



а) нормальное



б) логнормальное

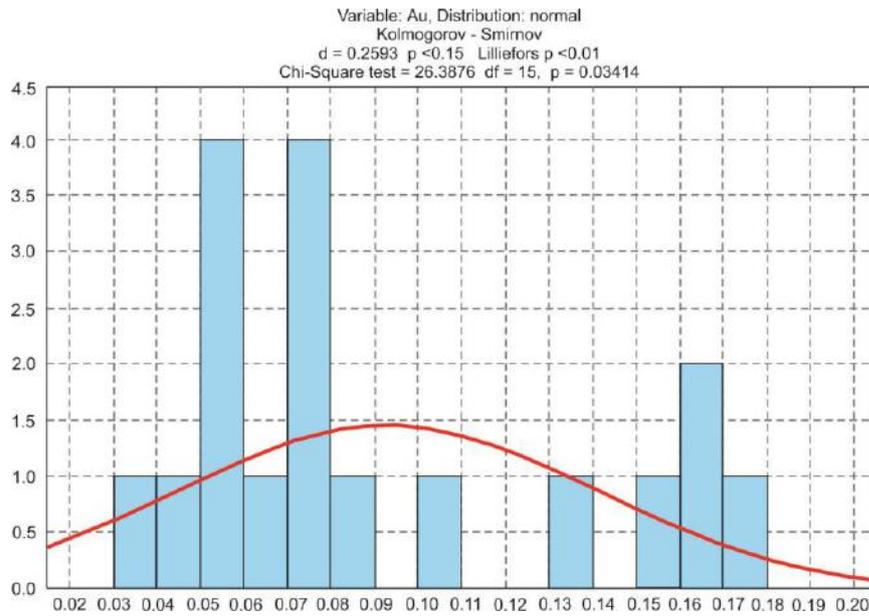
Рисунок 40. Хи-квадрат, результат теста Колмогорова-Смирнова и гистограммы, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения; элемент Hf – нормально распределение, Ag –отличный от нормального.

Таблица 14. Содержание химических элементов в твердом осадке снега
Полынянского участка и оценка их числовых характеристик (мг/кг, Na, Ca, Fe в
мас. %)

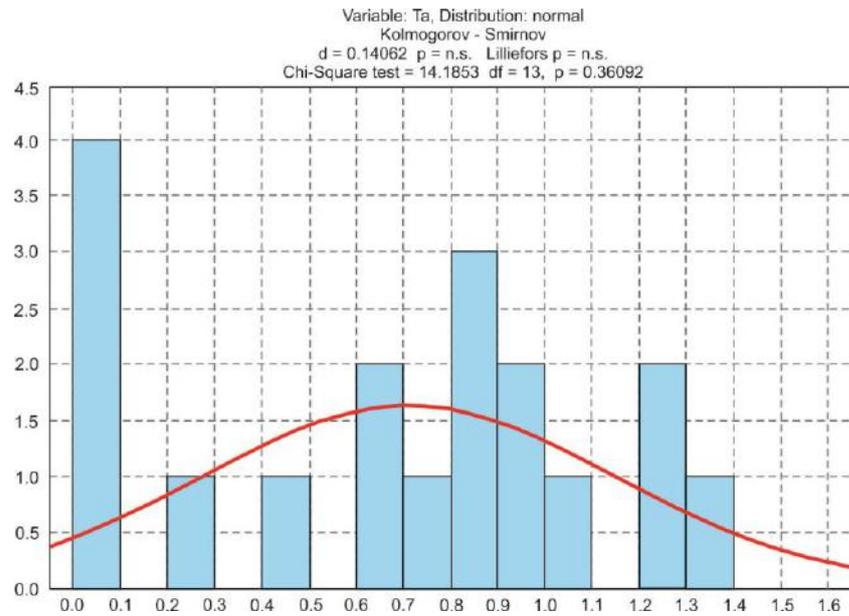
элемент	X	min	max	N	V%	3δ	x+3δ
Na%	0,4 ± 0,03	0,2	0,8	28	36,3	0,5	0,9
Fe%	3 ± 0,4	1,2	8,8	28	60,2	5,5	8,5
Ca%	0,6 ± 0,04	0,4	1,0	28	34,3	0,6	1,2
Cr	107 ± 10,1	11,7	182,1	28	40,1	129,0	236,0
Sc	6,1 ± 0,4	1,8	9,7	28	28,9	5,3	11,5
Br	7,5 ± 0,8	3,5	16,2	28	46,7	10,6	18,2
Co	10,9 ± 1,3	5,3	30,7	28	51,4	16,9	27,8
As	0,8 ± 0,58	0,3	10,7	28	296,5	7,4	8,2
Rb	42,6 ± 4,1	5,0	73,0	28	41,1	52,6	95,2
Cs	3,03 ± 0,2	0,3	5,0	28	36,0	3,3	6,3
Sb	7,5 ± 0,98	3,4	21,1	28	56,1	12,5	20,0
La	21,6 ± 1,2	12,8	31,0	28	23,4	15,2	36,8
Ag	1,1 ± 0,3	0,5	5,6	28	132,6	4,4	5,4
Ba	511 ± 62,6	270,0	1480,0	28	52,0	797,2	1308,3
Ta	0,4 ± 0,06	0,1	1,0	28	63,1	0,8	1,3
Hf	2,9 ± 0,2	1,5	4,6	28	29,7	2,6	5,6
Ce	48,5 ± 3,37	15,2	72,7	28	29,46	42,93	91,51
Au	0,06 ± 0,005	0,0	0,1	28	40,1	0,1	0,1
Eu	0,7 ± 0,05	0,3	1,3	28	31,8	0,7	1,4
Sm	2,9 ± 0,18	1,5	4,3	28	26,94	2,34	5,24
Yb	1,4 ± 0,09	0,6	2,3	28	29,2	1,3	2,7
Tb	0,5 ± 0,03	0,1	0,7	28	30,7	0,5	1,0
Lu	0,2 ± 0,01	0,1	0,3	28	29,5	0,2	0,4
Th	6,3 ± 0,9	1,4	174,0	28	60,5	11,5	17,9
U	2,1 ± 0,2	0,8	3,8	28	36,5	2,3	4,5

Примечание: данные ИНАА, X – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное, max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; x+3δ – среднее + стандартная ошибка;

Большее количество химических элементов по V% (коэффициенту вариации) распределяются: 1) населенные пункты - равномерно, за исключением As, Ag, Au, Ta (V%>50); 2) Полынянский участок - равномерно, за исключением кроме Co, Fe, Ag, As, Ba, Sb, Th, (V%>50); 3) Западный участок - равномерно, кроме Au (V%> 50).



а) нормальное



б) логнормальное

Рисунок 41. Хи-квадрат, результат теста Колмогорова-Смирнова и гистограммы, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения; элемент Au – нормально распределение, Ta – отличный от нормального.

Кроме европия и стронция, в почвах, относительно фона, накапливаются почти все изученные элементы (таблица 15).

Отмечается минимальное превышение над фоном для золота - 0,28, максимальное для урана (западный участок) – 15,5 и мышьяка (населенные пункты) – 13,2, что связано, на наш взгляд, с сжиганием угля.

Проведя сравнение содержания элементов в населенных пунктах и Польшинском участке со значениями Западного участка, отмечаются различия содержаний Ва, Сг, Ау, редкоземельных и редких элементов (рисунок 42). Возможно это объясняется тем, что котельные, как частного сектора, так и предприятий, расположенные в этой части участка, используют в качестве топлива уголь.

Химические элементы, которые содержатся в твердом осадке на уровне фона или ниже, имеют общие региональные источники и являются природными.

Проанализировав геохимический ряд, можно отметить, что обогащение пылеаэрозолей элементами происходит за счет U, As, As, Sm, Yb, Та, Ва, La, Се, Ть относительно условного фона ($K_k > 5$) (таблица 16).

По результатам исследований содержание урана в твердом осадке изменяется от 1,7 до 4 (среднее 2,6 мг/кг), тория от 3,8 до 14,3 (среднее 6,56 мг/кг) (таблица 17, рисунок 43).

Как мы видим, повышенные концентрации U и Th приходится на Западный участок, где в качестве топлива котельные используют уголь. При сжигании угля в атмосферу поступают радиоактивные элементы, что подтверждено исследованиям (Арбузов и др., 2001; Арбузов, 2007).

Возможно предположить, что поступление элементов происходит при пылевом разносе песков (входящих в состав осадочного материала осадочных толщ), содержащих монацит, ильменит, циркон и др. (Туганский тип проявления).

Таблица 15. Содержание элементов в твердом осадке снегового покрова (среднее, мг/кг, Na, Ca, Fe в мас. %)

Элементы	Места отбора			В целом по бакчарскому району (78 проб)	Фон*
	В пределах населенных пунктов района (36 проб)	Полынянский участок (20 проб)	Западный участок (22 пробы)		
Na	0,5±0,02	0,4±0,03	0,6±0,03	0,5±0,03	0,2
Fe	3,2±0,2	3±0,4	3,1±0,1	3,1±0,2	1,9
Ca	0,8±0,06	0,6±0,04	1±0,05	0,7±0,05	0,8
Ba	790,3±64,5	511±62,6	810,2±55,1	703,7±60,7	100
Br	8,1±0,6	7,5±0,8	8,7±0,6	8,1±0,7	2,9
Cr	140,9±10,4	107±10,1	156±10,1	134,6±10,2	110
Co	13,1±0,8	10,9±1,3	11,2±0,5	11,7±0,9	10,3
Au	0,09±0,01	0,06±0,005	0,4±0,08	0,2±0,03	0,2
Sb	6,8±0,5	7,5±0,98	6,9±0,7	7,05±0,7	2,3
As	6,6±1,8	0,8±0,58	< п.о.	3,7±1,2	0,5
Cs	3,6±0,2	3,03±0,2	4,3±0,2	3,6±0,2	3,5
Rb	52,9±2,7	42,6±4,1	59,8±3,5	51,7±3,4	55
Ta	0,7±0,1	0,4±0,06	0,6±0,04	0,6±0,06	0,1
Hf	3,8±0,1	2,9±0,2	4,09±0,2	3,6±0,2	2,2
Sc	8±0,4	6,1±0,4	9±0,4	7,6±0,4	7,1
Sm	4,6±0,2	2,9±0,2	4,6±0,3	4,03±0,2	0,6
Tb	0,6±0,04	0,5±0,03	0,6±0,03	0,6±0,03	0,06
La	32,7±2,6	21,6±1,2	31,8±1,8	28,7±1,9	2,8
Eu	1,01±0,06	0,7±0,05	0,1±0,05	0,9±0,05	1,1
Yb	2,1±0,1	1,4±0,09	2,2±0,1	1,9±0,1	0,2
Lu	0,3±0,01	0,2±0,01	0,3±0,02	0,3±0,01	0,07
Ce	68,7±6,4	48,5±3,4	60,5±2,8	59,2±4,2	10,3
La/Yb	15,5	15,4	14,7	15,2	14
La+Ce/ Yb+Lu	42,4	43,75	37,6	41,2	37,4
Ce/Eu	68	69,2	63	66,7	9,4
Sm/Lu	15,8	14,5	15,8	15,3	8,6
U	2,6±0,1	2,1±0,2	3,1±0,6	2,6±0,3	0,2
Th	6,8±0,6	6,3±0,9	6,6±0,3	6,5±0,6	2,9
Th/U	2,6	3	2,1	2,6	14,5

Примечание: данные ИНАА, ± - стандартная ошибка, Фон* – А.Ю. Шатилов (2001) с дополнениями Е.Г. Язиков (2006), жирным выделены значения статистически значимо превышающие остальные.

Сравнение значимости различий между средними концентрациями химических элементов в твердом осадке снега для различных рассматриваемых

участков проводилось с использованием критериев непараметрической статистики - Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова.

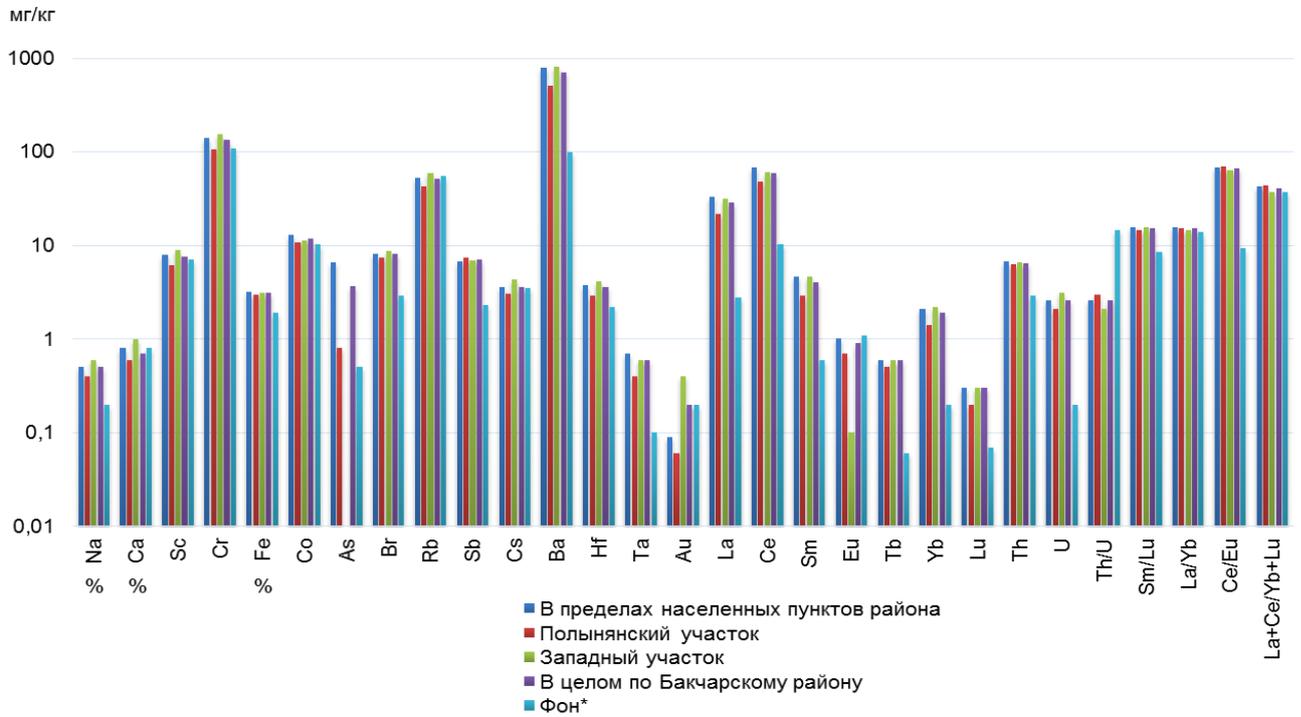


Рисунок 42. Сравнительная характеристика содержаний элементов в твердом осадке снегового покрова

Примечание: Фон* – А.Ю. Шатилов (2001) с дополнениями Е.Г. Язиков (2006).

Таблица 16. Коэффициент концентрации элементов в пробах снегового покрова (твердый осадок) относительно фона, по данным (Шайхиев и др., 2015)

район	Геохимический ряд
Бакcharский район	<i>U</i> _{13.3} <i>La</i> _{10.26} <i>Tb</i> _{9.6} <i>Yb</i> _{9.6} <i>As</i> _{7.8} <i>Sm</i> _{7.12} <i>Ba</i> _{7.05} <i>Ta</i> _{6.04} <i>Ce</i> _{5.78} Na _{3.6} Lu _{3.5} Sb _{3.05} Ag _{2.87} Br _{2.79} Th _{2.3} Fe _{1.7} Hf _{1.67} Cr _{1.24} Co _{1.15} Sc _{1.12} Cs _{1.06} Ca _{0.99} Rb _{0.95} Au _{0.83} Eu _{0.8} Sr _{0.75}
Населенные пункты	<i>As</i> _{13.7} <i>U</i> ₁₃ <i>La</i> _{11.7} <i>Yb</i> _{10.7} <i>Tb</i> ₁₀ <i>Sm</i> _{8.2} <i>Ba</i> ₈ <i>Ta</i> _{7.1} <i>Ce</i> _{6.7} Lu _{3.9} Na _{3.7} Sb ₃ Br _{2.8} Th _{2.4} Hf _{1.8} Fe _{1.7} Ag _{1.36} Cr _{1.3} Co _{1.3} Sc _{1.12} Cs _{1.04} Ca _{1.01} Rb ₁ Eu _{0.9} Sr _{0.75} Au _{0.4}
Западный участок*	<i>U</i> _{15.47} <i>La</i> _{11.3} <i>Yb</i> _{10.74} <i>Tb</i> _{10.39} <i>Sm</i> _{8.08} <i>Ba</i> _{7.98} <i>Ta</i> _{6.62} <i>Ce</i> _{5.91} Na _{4.18} Lu _{3.84} Br _{2.96} Sb _{2.87} Th _{2.27} Hf _{1.86} Au _{1.81} Fe _{1.7} Cr _{1.44} Sc _{1.28} Cs _{1.26} Ca _{1.22} Co _{1.10} Rb _{1.09} Eu _{0.86}
Польнянский участок	<i>U</i> _{10.65} <i>Tb</i> _{8.65} <i>La</i> _{7.72} <i>Yb</i> _{7.15} <i>Ba</i> _{5.11} <i>Sm</i> _{5.09} Ce _{4.72} Ta _{4.41} Ag _{4.38} Sb _{3.24} Na _{2.93} Lu _{2.73} Br _{2.62} Th _{2.19} As _{1.66} Fe _{1.63} Hf _{1.35} Co _{1.06} Cr _{0.97} Sc _{0.87} Cs _{0.87} Rb _{0.77} Ca _{0.74} Eu _{0.66} Au _{0.28}

Примечание: *- As во всех пробах западного участка ниже предела обнаружения.

Таблица 17. Сравнительная характеристика содержание Th и U в снеговом покрове (твердый осадок)

территория	U, мг/кг.	Th, мг/кг	Th/U
Населенные пункты	2,6±0,1	6,8±0,6	2,6
Западный участок	3,1±0,6	6,59±0,31	2,12
Польнянский участок	2,1±0,2	6,3±0,9	3
Бакчарский район	2,6±0,3	6,56±0,6	2,57
Фон*	0,2	2,9	14,5
Заказник <<Томский>>	2.1± 0.2	4.8± 0.1	2

Примечание: Фон* – А.Ю. Шатилов (2001) с дополнениями Е.Г. Язиков (2006).

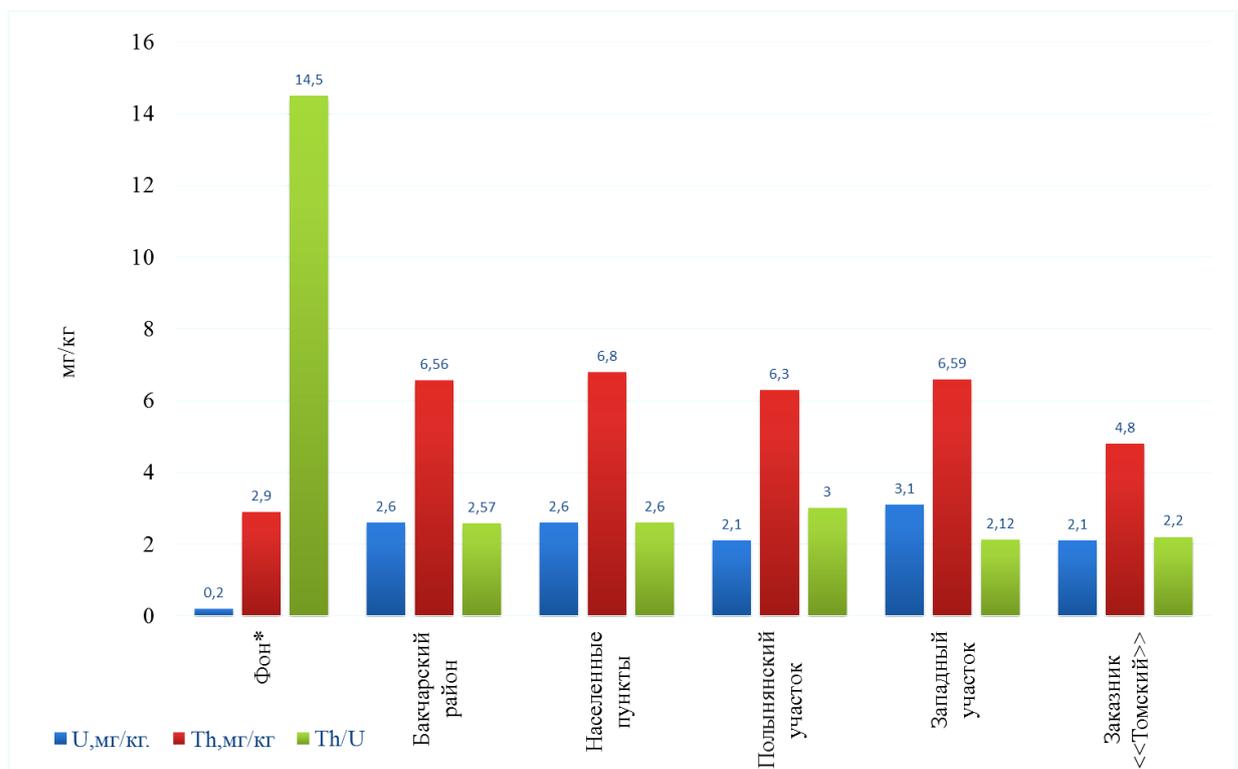


Рисунок 43. Сравнительная характеристика содержаний тория и урана в снеговом покрове (твердый осадок)

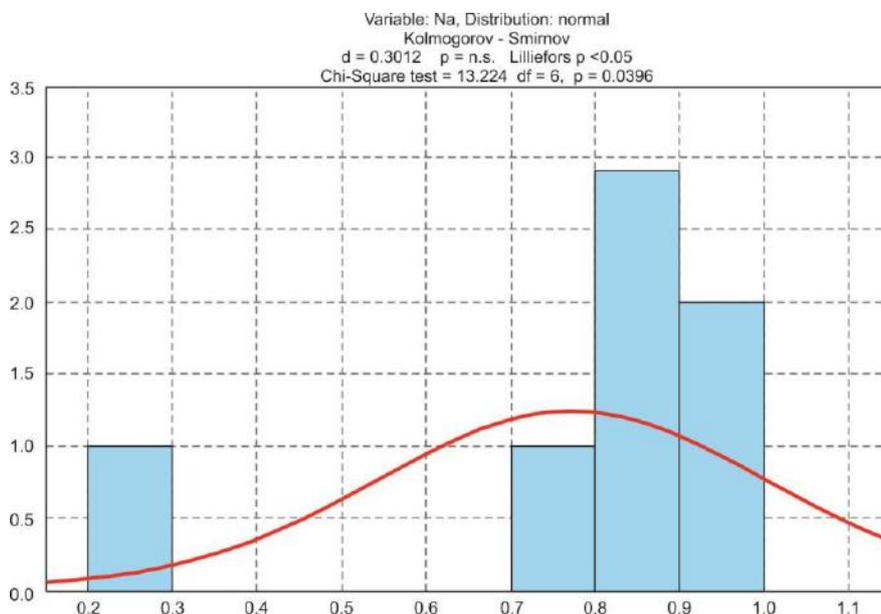
Примечание: Фон*- А.Ю. Шатилов (2001) с дополнениями Е.Г. Язиков (2006).

5.3. Характеристика донных отложений рек территории Бакчарского района

Геохимические пробы донных осадков отбирались для выяснения накопления в них различных химических элементов. Средний элементный состав донных отложений определен на основе статистической обработки полученных проб.

Для сопоставления результатов с данными других авторов мы применяли значения среднего содержания элементов в донных отложениях, результаты описательной статистики, а также величины коэффициента концентрации. При помощи теста Колмогорова-Смирнова, определялась нормальность распределения.

Нормальный закон распределения содержаний элементов в Бакчарского района установлен для всех, отличный от нормального – только для Br, Sb и Au (рисунок 43).



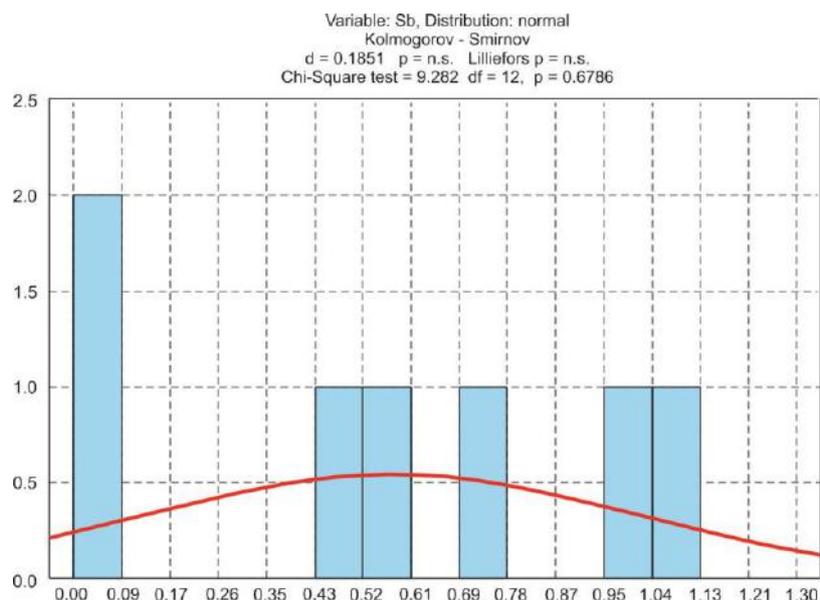


Рисунок 43. Хи-квадрат, результаты теста Колмогорова-Смирнова и гистограмма, отображающая распределение содержания элементов с кривой плотности нормального распределения. элемент Na - нормальное распределение; а Sb –отличный от нормального.

Большее количество химических элементов по V% (коэффициенту вариации):

1) Распределяются равномерно, за исключением Sb, Br, Au, распределение которых неравномерное ($V\% > 50$) (таблица 18).

Таблица 18. Содержание элементов в донных отложениях и их статистические параметры распределения (объем выборки 8 проб)

элемент	X	min	max	N	V%	3 δ	x+3 δ
Ca%	1,51	0,5	2,8	7	46,2	2,09	3,6
Na%	0,77	0,28	0,94	7	29,9	0,69	1,46
Fe%	3,68	2,6	4,6	7	17,8	1,97	5,65
Cr	125,52	72,3	176	7	30,3	114,04	239,56
Sc	13,34	9,1	16,6	7	19	7,59	20,93
As	13,2	5,8	19,9	7	46,9	18,56	31,74
Co	19,46	14,1	23,6	7	18,9	11,06	30,51
Br	15,4	0	41,8	7	101,4	46,88	62,28
Rb	97,8	63	114	7	18,6	54,7	152,6
Cs	5,4	3,7	7,5	7	23,3	3,8	9,16
Sb	0,57	0	1,1	7	78,2	1,34	1,92

La	28,9	8,7	30	7	42,7	37,03	65,93
Ba	444,98	247	798	7	44,9	599,62	1044,6
Ta	1,08	0,89	1,37	7	16,6	0,54	1,62
Hf	7,43	4,7	11,8	7	35	7,8	15,2
Ce	62,88	42,5	74	7	19,4	36,63	99,51
Au	0,05	0,016	0,1	7	98,5	0,13	0,18
Eu	1,22	1,01	1,58	7	16,4	0,6	1,82
Sm	6,12	2,4	8,3	7	31,4	5,77	11,89
Yb	2,5	1	3,3	7	30,6	2,29	4,79
Tb	0,93	0,49	1,21	7	30	0,84	1,76
Lu	0,37	0,15	0,48	7	28,4	0,31	0,68
Th	9,34	6,1	12,4	7	24,5	6,87	16,21
U	2,3	0,7	3	7	36,1	2,49	4,8

Примечание: данные ИНАА, \bar{X} – среднее, 3δ – стандартная ошибка, min – минимальное; max – максимальное; N – кол-во проб; V% - коэффициент вариации; $\bar{x}+3\delta$ – среднее + стандартная ошибка;

По результатам исследований в донных отложениях рек территории Бакчарского района (Большая Галка, Бакчар, Тетеренка (западный участок) и 2 водотока Полынянского участка без названия) установлены уровни накопления широкого спектра элементов (таблица 19).

Относительно их содержания в иле озера Байкал (Индекс БИЛ-1, ГСО-7126-94, далее БИЛ-1) и кларка (Григорьев, 2009) в донных отложениях отмечаются повышенные концентрации практически всех изученных элементов, кроме серебра и стронция (ниже предела обнаружения). Отмечается минимальное превышение БИЛ-1 для урана– 0,17, максимум для Cr – 1,9 и Hf – 1.89.

Кроме элементов Co, Cr, Br и Hf, содержание редкоземельных элементов в донных отложениях рек района не превышает их кларковых и значений БИЛ-1.

В сравнении отношений различных редкоземельных элементов Sm/Lu донных отложений рек района превышает кларк в 1,4 раза, Ce/Eu в 1,07 раза.

Среднее содержания U и Th в пробах донных отложений рек Бакчарского района не превышает их значений в БИЛ – 1.

Таблица 19. Содержание элементов в донных отложениях поверхностных водотоков района (среднее, мг/кг, Na, Ca, Fe в мас. %) (Шайхиев и др., 2015)

Элемент	Реки района	Байкальский ил (БИЛ-1)	Кларк (Григорьев, 2009)
Ca	1,51	1,3	3,89
Na	0,7	1,5	2,07
Fe	3,7	4,9	4,06
Ba	445	715	510
Br	15,4	13	11
Cr	125,5	66	92,4
Co	19,5	18	17
As	13,2	18	5,6
Sb	0,6	0,9	0,81
Rb	97,8	93	98
Au	0,05	н.д.	0,004
Hf	7,4	3,9	4,5
Cs	5,4	5,8	5,5
Sc	13,3	13,5	15,6
Ta	1,1	0,8	1,4
Eu	1,2	1,4	1,3
Tb	0,9	0,9	0,89
Ce	62,9	80	63
Lu	0,4	0,4	0,48
Sm	6,1	7	5,7
Yb	2,5	2,9	2,5
La	28,9	45	32
La+Ce/Yb+Lu	31,7	37,9	31,8
Ce/Eu	51,5	57,1	48,4
Sm/Lu	16,5	17,5	11,8
La/Yb	11,6	15,5	12,8
U	2,3	12	2,5
Th	7,8	12,6	9,1
Th/U	3,4	1,05	3,64

Примечание: н.д. – нет данных;

Значение торий-уранового отношения в донных отложениях рек Бакчарского района в 3,3 раза превышает это значение относительно БИЛ-1, но не превышает кларковых значений. Отличительной особенностью донных отложений рек Бакчарского района является низким показатель относительно концентрации естественных радиоактивных элементов в сравнении с БИЛ-1, что, возможно, объясняется природными факторами.

В статье (Савичев и др., 2008) авторами предложена классификация, согласно которой, по изучению уровня нахождения нефтепродуктов в донных

отложений рек Томской области, можно проводить оценку антропогенного воздействия на окружающую среду.

При помощи $Z_{спз}$ (суммарный показатель загрязнения) донных отложений возможно оценивать уровень экологического состояния водных объектов: $Z_{спз} = \sum K_c - (n - 1)$, где n – число химических элементов с K_c больше 1,5; $K_c = C/C_f$, где C – содержание в точке опробования в донных осадках, мг/кг, C_f – содержание на фоновой территории (Янин, 2002).

Значение суммарного показателя загрязнения донных отложений исследуемых рек Бакчарского района составляет – 2,79 (<10), что согласно ориентировочной шкале (Янин, 2002) говорит о низком уровне техногенного загрязнения, допустимой степени санитарно-токсикологической опасности, а содержание большей части токсичных элементов в воде в пределах фона. Основной вклад в накопление элементов в донных отложениях исследуемых рек Бакчарского района вносят: Hf (Кк составляет 1,89), Cr (Кк составляет 1,9), что связано с возможным антропогенным поступлением данных элементов в водоемы (таблица 20).

Таблица 20. Коэффициент концентрации элементов относительно БИЛ-1 в донных отложениях по данным (Шайхиев и др., 2015)

Территория	Геохимический ряд
Бакчарский район	$Cr_{1,9}Hf_{1,89}Ta_{1,37}Br_{1,18}Ca_{1,16}Co_{1,08}Rb_{1,05}Tb_1Lu_1Sc_{0,98}Cs_{0,93}Sm_{0,87}Yb_{0,86}Eu_{0,85}Ce_{0,78}$ $Fe_{0,75}As_{0,73}Th_{0,7}La_{0,64}Ba_{0,62}Sb_{0,6}Na_{0,46}U_{0,17}$

Полученные данные также могут быть использованы при ведении геоэкологического мониторинга.

5.4. Эколого-геохимическая характеристика поверхностных и подземных вод

5.4.1. Поверхностные воды

В основу характеристики геохимических особенностей речных вод в Бакчарском районе положены результаты исследований в этом районе в 2006 г. Поверхностные воды исследовались на таких водотоках: Бакчар, Тетеренка, Большая Галка (западный участок) и 2 водотока Польшнянского участка без названия. В основном питание водотоков происходит летом, осенью и весной при таянии снега, при выпадении атмосферных осадков, так и почвенно-грунтового питания. Воды содержат малое количество взвесей, богаты содержанием органических соединений, которые вносятся из окрестных торфяников и имеют слабую минерализацию (таблица 21) (Савичев и др., 2003).

Проблемы воздействия на водные объекты и их компонентный состав при отработке осадочных железных руд Бакчарского рудопроявления рассматриваются в работах О.Г. Савичева и др. (2010, 2014, 2016).

Таблица 21. Макрокомпонентный состав вод рек района

Место отбора	р. Бакчар	р. Большая Галка	р. Тетеренка	профиль 2	1 км от профиля 3-0
pH (ПДК 6,5–9)	7,5	7,4	7,3	6,6	6,8
CO ₂	10,5	10,4	10,3	31,6	26,4
CO ₃ (мг/л)	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻	415	410	402	183	195
Cl ⁻ (ПДК 350)	15,6	15,1	14,8	2,8	4,6
SO ₄ ²⁻ (ПДК 500)	0	0	0	0	0
ОЖ, мг-экв/л (ПДК 7)	6	6	5	3	3,2
Ca ²⁺	82	80	79	40	40
Mg ²⁺	23,2	22,1	22,6	12,2	14,6
Na ⁺ мг/л	30	26	24	10	14
K ⁺	1,1	1,2	1,1	1,6	1,8
Мин., мг/л	567	515	496	250	270
Fe	0,5	0,4	0,4	0,4	7,8

«ОЖ» – жесткость общая, мг-экв/л ; «Мин» – минерализация, мг/л;

В исследуемых водах показатель pH изменяется от 6,6 до 7,5 (среднее 6,94), минерализация общая от 250 до 567 мг/л (средняя 420).

В водах рек Польшнянского участка (ввиду отсутствия населенных пунктов) содержание Cl^- в значительной мере ниже аналогичных показателей в пробах водотоков западного участка, что говорит о том, что характерным показателем антропогенного загрязнения является хлор-ион. Об этом говорилось в работах специалистов, изучавших эту проблему (Савичев и др., 2003) (рисунок 44).

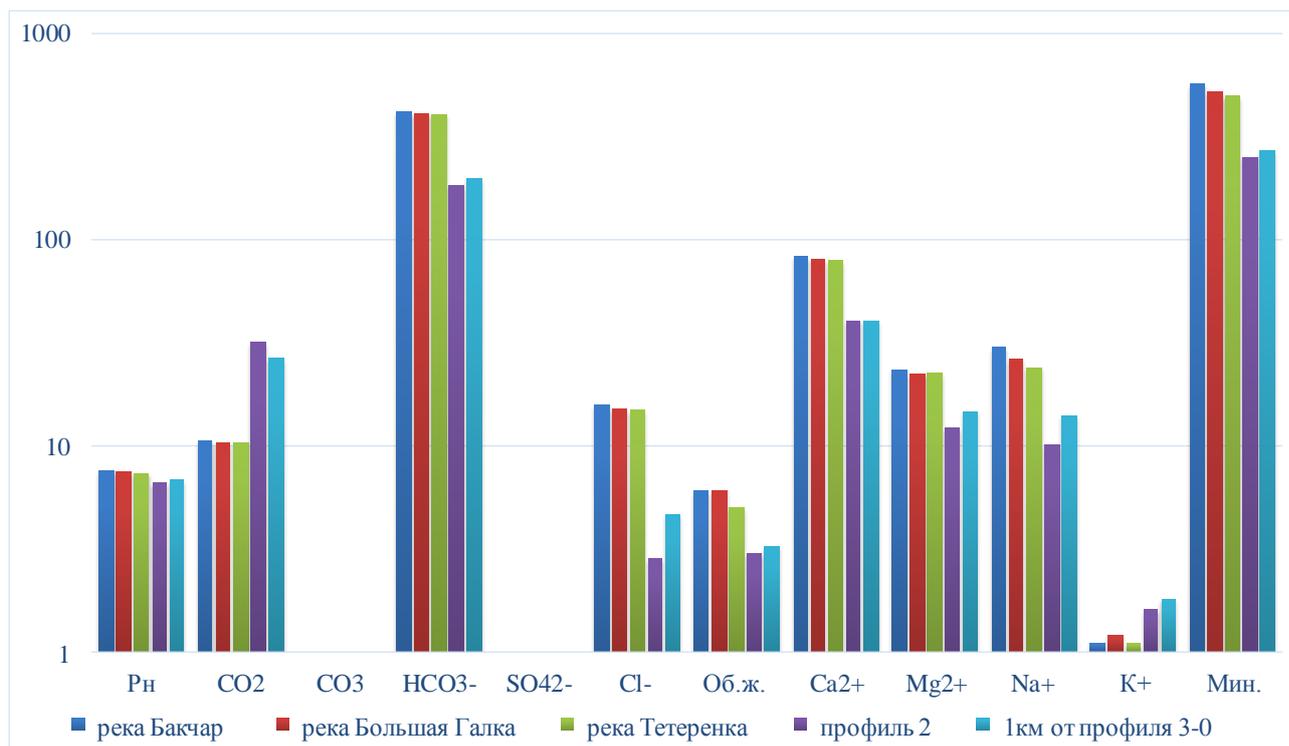


Рисунок 44. Макрокомпонентный состав вод рек района

Содержание Mg^{2+} в водах реки Бакчар составляет 23,2 мг/л, что в 1,9 раз превышает аналогичное значение в водах поверхностного водотока на профиле 2-0, который составляет 12,2 мг/л. Аналогичная картина наблюдается и по сумме $\text{Na}^+ + \text{K}^+$: в водах реки Бакчар она составляет 31,1 мг/л, что в 2,7 раз больше суммы в водах поверхностного водотока на профиле 2-0 (11,6 мг/л).

Концентрация общего железа в водах изменяется от 0,4 до 7,8 мг/л. Величина 7,8 мг/л является единичным наибольшим пиком (профиль 3-0) содержания общего железа, что является превышением кларкового значения данного элемента в речной воде.

Следует отметить, что несмотря на то, что по Fe наблюдается превышение ПДК в воде, повышенные концентрации этого элемента, если судить по работам (Барановская, 2011; Монголина, 2011; Наркович, 2012) не фиксируются в волосах, крови, накипи. Это может свидетельствовать о его нахождении в труднодоступной для освоения организма форме.

Ряд органических компонентов состава имеют корреляционную связь с минерализацией, наряду с такими связями как рН, жесткость = f (минерализация) (Здвижков, 2005) (рисунок 45).

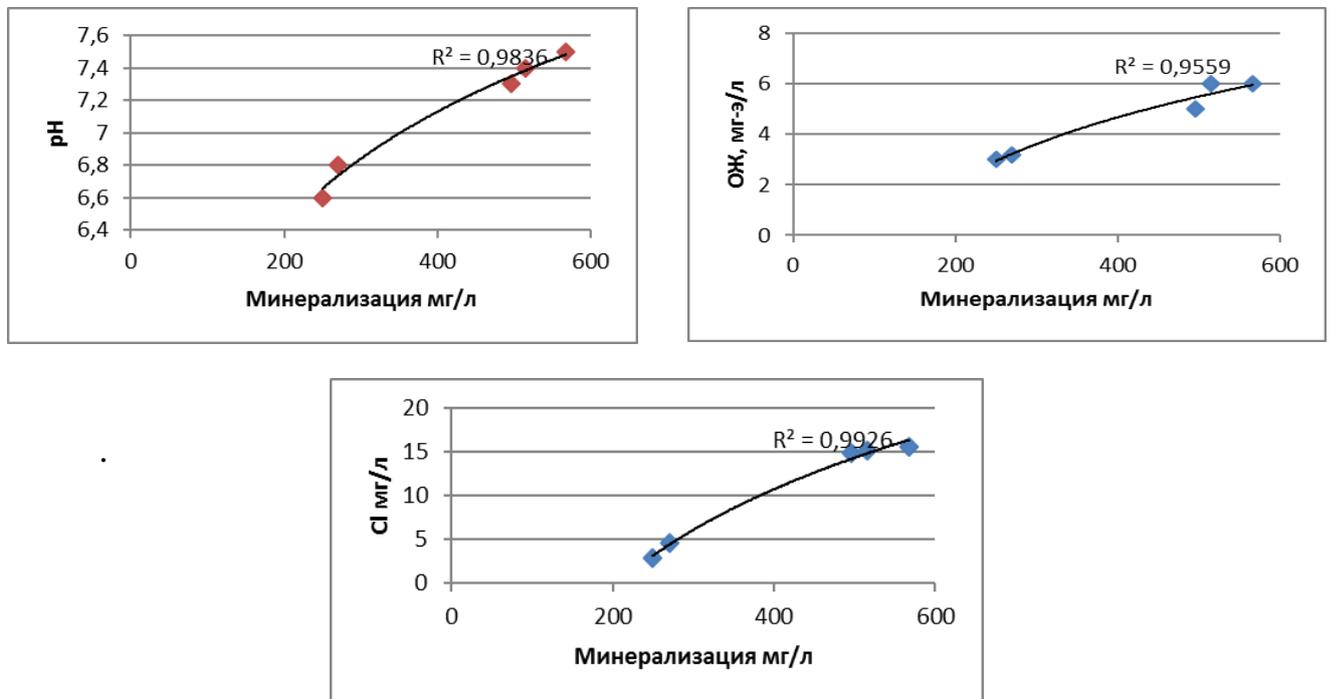
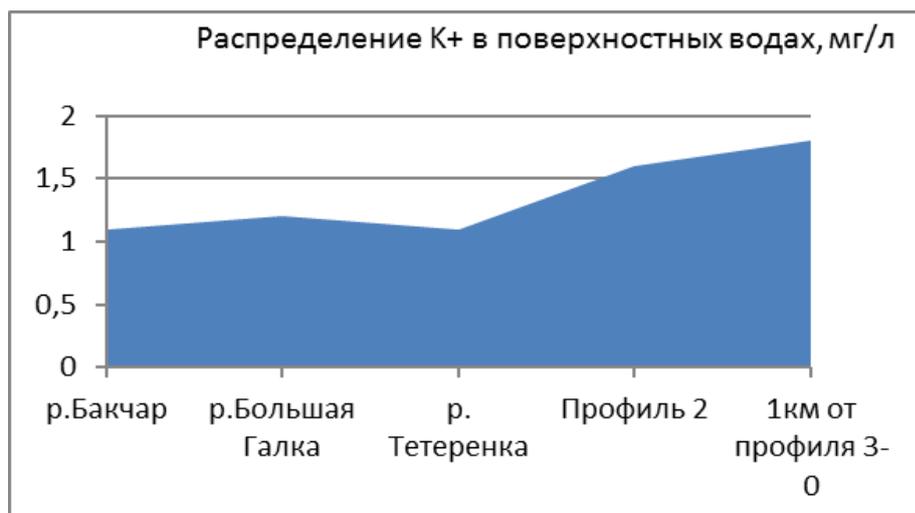
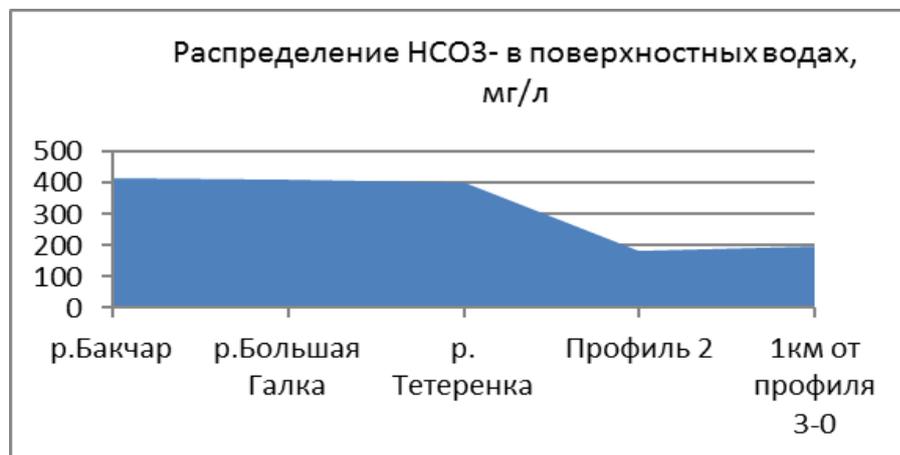
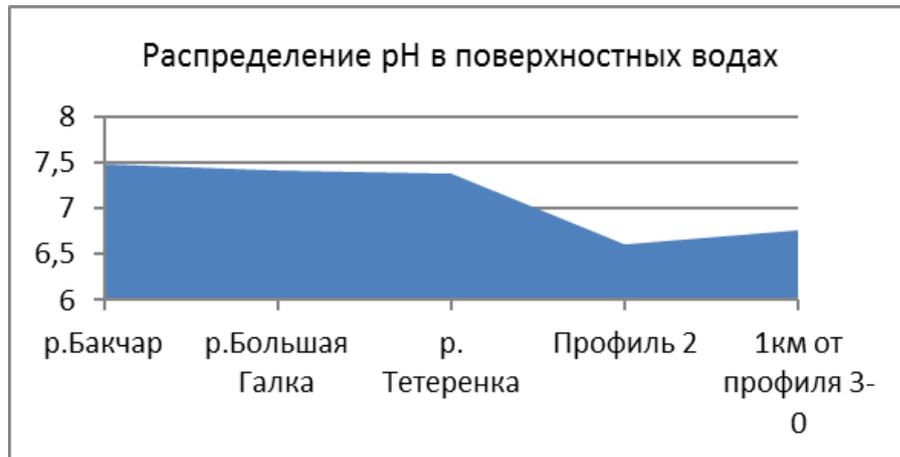
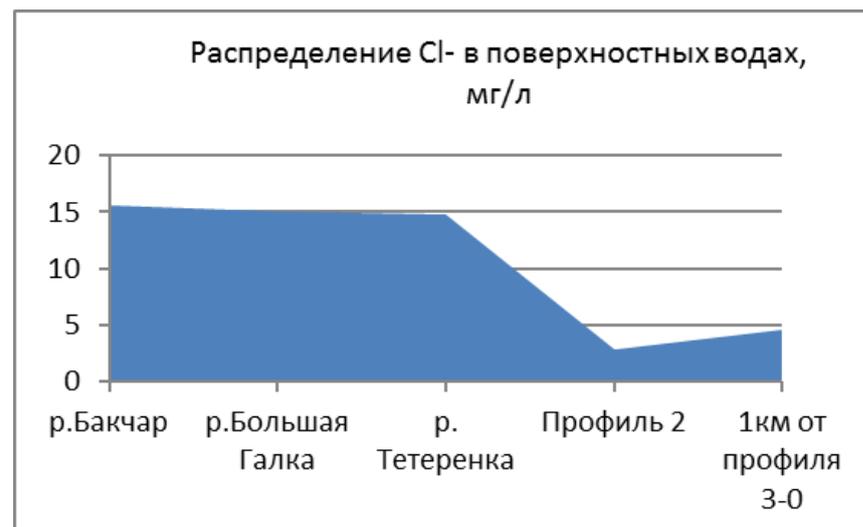
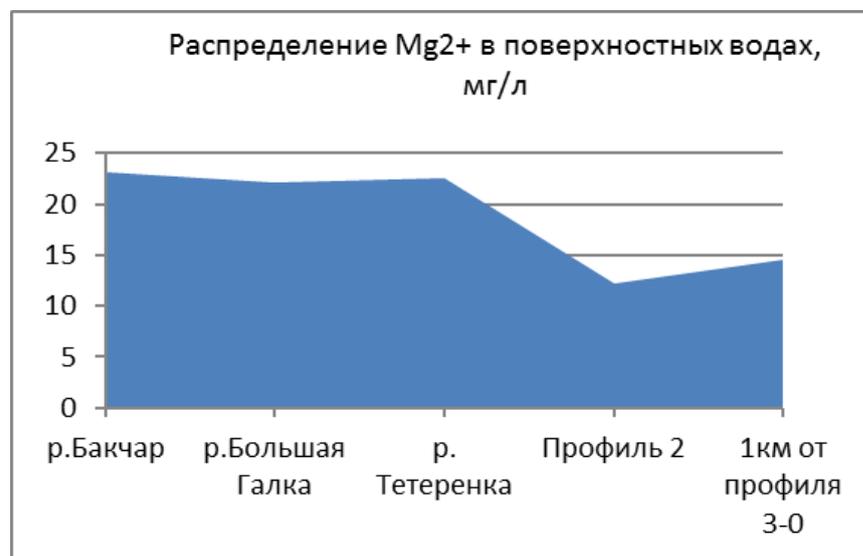
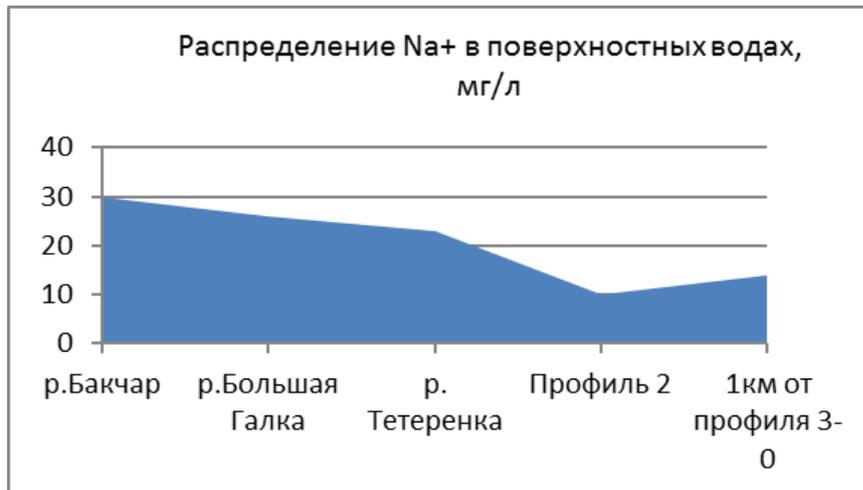


Рисунок 45. Корреляционная связь компонентов

На рисунке 46 представлено распределение макрокомпонентов в поверхностных водах.





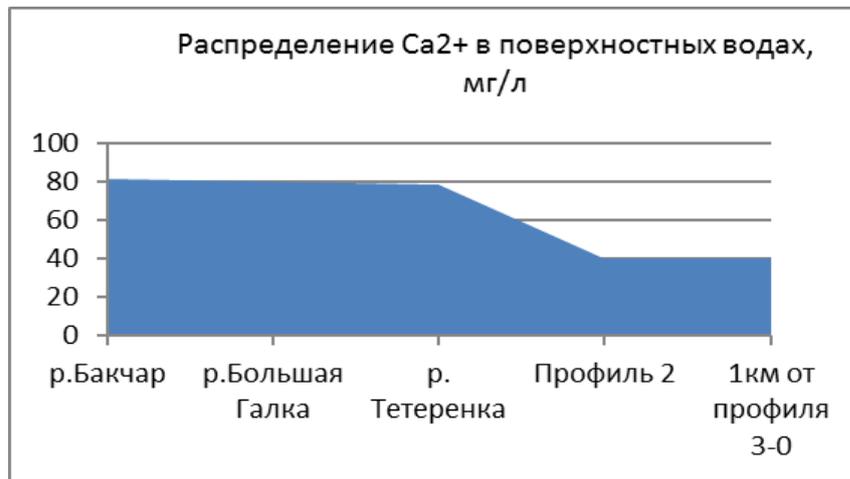


Рисунок 46. Распределение макрокомпонентов в поверхностных водах

Из приведенных выше графиков можно сделать вывод, что малые водотоки (профиль 2 и 1 км от профиля 3-0) могут больше походить на болото, чем средние реки (Бакчар, Большая Галка, Тетеренка), которые дренируют подземные воды с более высокой минерализацией. Соответственно показатель рН в малом водотоке может быть меньше, чем в средней реке.

Сравнивая содержание элементов в поверхностных водотоках района с их содержанием в ранее опубликованных работах (Рассказов, 1968; Здвижков, 2005) (таблица 22), мы видим увеличение металлов: никель (в 2 раза), кобальт (в 4 раза) и хрома (в 4,1 раза)

Таблица 22. Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах, мг/л

Название	Cu	Ag	Co	Cr	V	Fe	Zn	Ni	Ti	Zr	Mn
р. Бакчар ¹	2,84	0,09	0,65	0,9	0,95	2,72*	10,96	0,95	1,1	9,5	26
Среднее по водотокам района ²	0,85	0,004	2,6	3,7	0,4	1,9	6,6	1,9	0,6	0,2	4,7
Кларк**	0,007	0,0002	0,0003	0,001	0,001	0,04	0,02	0,0025	0,003	0,0026	0,010

¹ Н.М. Рассказов (1968); ² И.Р. Шайхиев (2006); * М.А. Здвижков (2005); ** кларк речной воды, мг/л.

5.4.2. Подземные воды

Подземные воды отбирались и исследовались непосредственно из скважин, которые были пробурены на территории Полынянского и Западного и участков, а также из скважины, находящейся за пределами исследуемого района: Скважина 1 – пробурена первой на Полынянском участке; Скважина 2 – находится на расстоянии 13 км на юг от с. Подольск (самоизливающаяся); Скважина 3 – в районе с. Поротниково; Скважина 4 – расположена в районе с. Полынянка.

Воды гидрокарбонат-хлоридные (HCO_3^- \rightarrow Cl^-), имеют высокую минерализацию (таблица 23). Скважины № 1, 3, 4 пробурены на глубину 250 метров, что говорит нам о том, что это подземные воды верхнемеловых отложений, четвертый водоносный горизонт (Лепокурова и др., 2011).

Отмечается увеличение минерализации общей (с 282 до 1290 мг/л) за счет увеличения магния с 3,66 до 48,8 и HCO_3^- (со 160 до 695). Отмечается уменьшение содержания CO_2 (с 66 до 18,4).

Гидрогеологические условия Среднеобского бассейна и их изменения рассматриваются в работе О.А. Камневой (2012).

Необходимо отметить важный момент - это отсутствие в составе аммония (NH_4^+), что позволяет нам говорить о том, что отсутствует загрязненность подземных вод органикой промышленных и хозяйственно-бытовых стоков (таблица 23, рисунок 47).

По ряду параметров среди общей картины выделяется скважина № 3, в которой отмечаются высокие значения pH (9,35) и CO_2 (60), высокая концентрация SO_4^{2-} (первый десятки мг/л) и сумма Na^++K^+ , содержание железа - 28,6 мг/л.

По показателю Mg^{2+} значения проб скважин № 1 (35,4 мг/л) и № 2 (48,8 мг/л) существенно превышают аналогичные показатели скважины № 3 (3,66 мг/л) и скважины № 4 (11 мг/л). Относительно невысокий показатель Cl^- (53,3) отмечается в пробе скважины № 1.

Самый низкий показатель SO_4^{2-} (0) отмечается в скважине № 2.

Содержание железа в пробах изменяется от 0,74 до 28,6 мг/л.

В таблице 24 и рисунке 45 приводятся содержание элементов в подземных водах.

Здесь также отмечается повышенные, относительно других, содержания Fe, As, U, Th, в пробах скважины № 3.

Таблица 23. Макрокомпонентный состав подземных вод

Место отбора	pH (ПДК 6,5-9)	CO ₂	CO ₃ (мг/л)	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ (ПДК 500)	Cl ⁻ (ПДК 350)	NH ₄ ⁻
Скважина 1	6,74	66	0	427	10	53,3	-
Скважина 2	6,89	60,7	0	620	0	29	-
Скважина 3	9,35	60	0	695	200	32,7	-
Скважина 4	6,74	18,4	0	160	20	7	-
Место отбора	Об.ж.мг-э/л (ПДК 7)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ мг/л	K ⁺	Мин. мг/л	Fe
Скважина 1	7	60	48,8	142	7,7	749	11,4
Скважина 2	8	104	35,4	89	2,7	880	0,74
Скважина 3	0,5	4	3,66	350	4,7	1290	28,6
Скважина 4	2,9	40	11	39	4,7	282	3,7

«ОЖ» – жесткость общая, мг-экв/л ; «Мин» – минерализация;

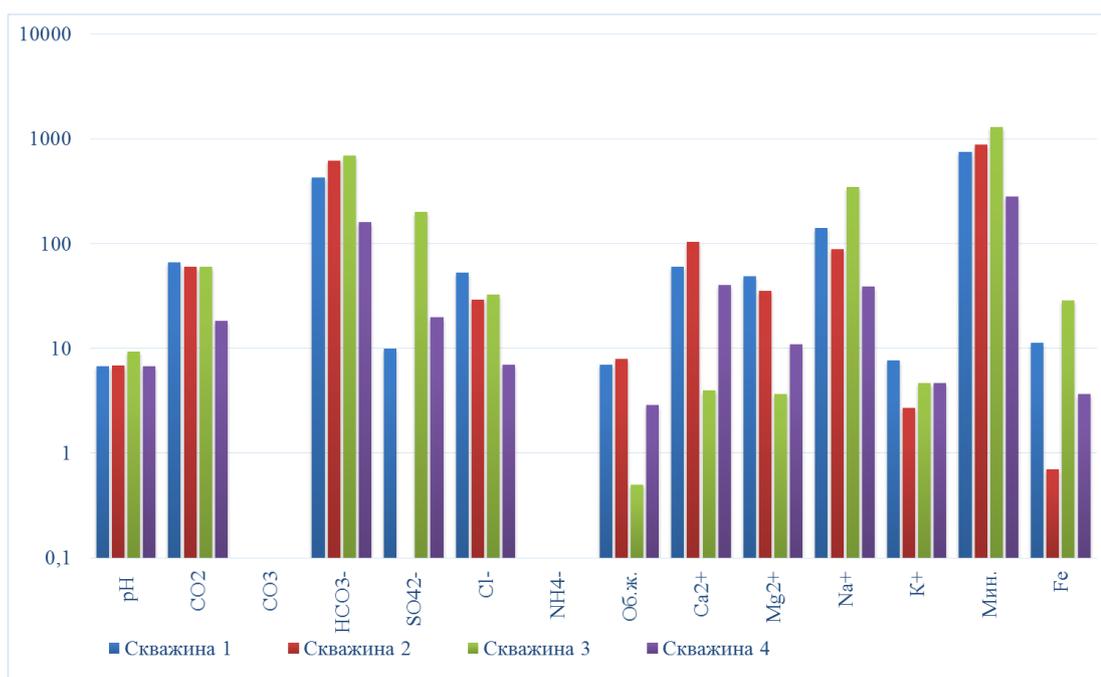


Рисунок 47. Макрокомпонентный состав подземных вод

Таблица 24. Содержание элементов в подземных водах (мг/л)

Элемент скважина	Cu	Ag	Zn	Sr	Ti	Ni	Fe	As	U	Th
1	0,009	0,00002	0,031	0,45	0,00001	0,01	11,4	0,03	0,0006	0,0008
2	0,0005	$3,3 \cdot 10^{-7}$	0,001	1,17	0	0,0005	0,74	0,02	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$
3	0,05	0,0002	0,44	0,08	0,00006	0,02	28,6	0,06	0,0012	0,002
4	0,0004	0,000003	0,006	0,48	$1 \cdot 10^{-6}$	0,002	3,7	0,0006	0,00002	$2,9 \cdot 10^{-6}$

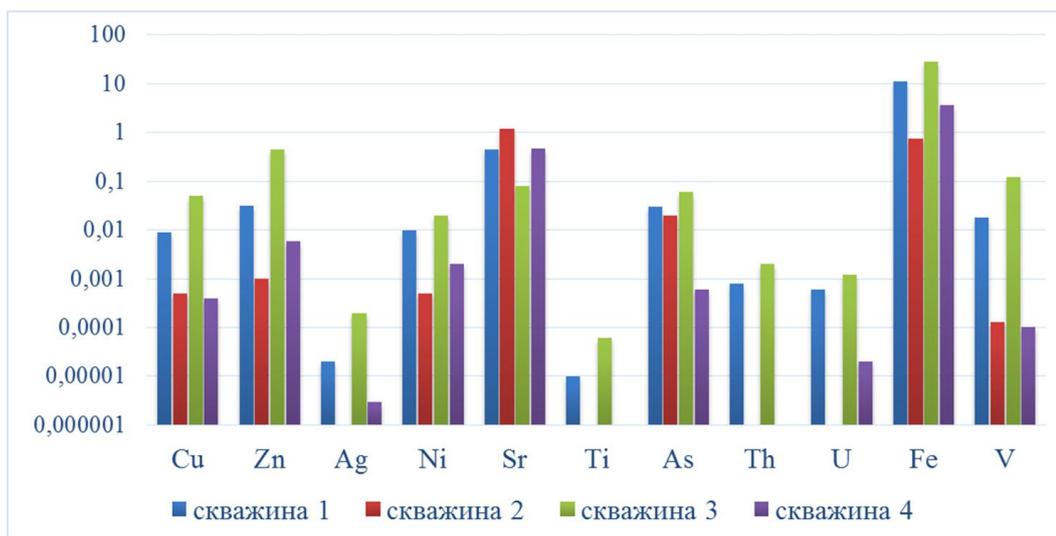


Рисунок 48. Содержание элементов в подземных водах (мг/л)

5.5. Характеристика элементного состава биосубстратов человека

5.5.1 Элементный состав волос детей Бакчарского района

Изучение особенностей накопления элементов в составе биосубстрата проводилось для определения влияния геохимической природной ситуации на процесс формирования элементного состава волос населения района, который имеет свои особенности (Наркович, 2012).

На территории расположены Колпашевский и Бакчарский железорудные узлы. Значительное накопление Co (характерный элемент для железного руд района) является особенностью биосубстратов района. Однако в них не фиксируется мышьяк, которым обогащены руды района.

Происходит накопление в более высоких концентрациях Sm. Отличительной особенностью района является присутствие в биогеохимическом ряду Rb (Наркович, 2012) (таблица 25).

Также стоит отметить, что практически во всех населенных пунктах высокие концентрации Sm в волосах детей (рисунок 43) (Наркович, 2012).

Возможно, это связано с присутствием ильменит-циркониевых песков. Некоторые авторы (Даргевич, 2000) отмечают, что проявления ильменит-циркониевых россыпей приурочены к зоне распространения оолитовых осадочных железных руд.

Таблица 25. Биогеохимические ряды накопления элементов в районах Томской области (относительно областного уровня) (Наркович, 2012)

Район	Биогеохимические ряды
Асиновский	Ba 1,3 – Se 1,06
Томский	Th 2,7 – Yb 2,2 – Fe 2,1 – Br 2 – Sc 1,9 – Sb 1,8 – Au 1,7 – Hf 1,6 – Lu 1,7 – La 1,5 – Cr 1,5 – Eu 1,5 – Ce 1,4 – Sr 1,3 – Ca 1,3 – Na 1,3 – U 1,2 – Co 1,2 – Sm 1,2
Тегульдетский	Sm 2,1 – Ag 1,4 – Cr 1,28 – Zn 1,2 – Se 1,1
Зырянский	U 1,18 – Sr 1,1
Первомайский	Ag 1,9 – Se 1,7 – Zn 1,15
Верхнекетский	Ag 2,6 – Se 1,34 – Ce 1,16 – Br 1,12
Шегарский	Hg 5,5 – Fe 4 – Sc 3,7 – Cr 3,5 – Hf 3,4 – Co 2,17 – Se 1,9 – Ca 1,7 – Cs 1,7 – Sm 1,4 – Zn 1,3 – Ce 1,25 – Br 1,22
Кожевниковский	Hg 4,1 – Se 2,5 – Cr 1,7
Молчановский	Hg 5,3 – Se 2,16 – Cr 2 – Sb 1,5 – Br 1,3 – Ag 1,3 – Ce 1,3
Кривошеинский	Hg 8 – Ce 3,6 – Cr 3,14 – Fe 2,3 – Hf 2,15 – Sc 2,1 – Ag 1,7 – Br 1,6 – Sb 1,5 – Ca 1,28 – Co 1,25 – Na 1,24 – Se 1,23 – Sm 1,22 – Zn 1,2
Парабельский	Ce 1,8 – La 1,15
Чаинский	Hg 6 – Se 2 – Cr 2 – U 1,38 – Ce 1,3 – Zn 1,13
Александровский	Au 7,8 – Hf 3,4 – Ag 2,5 – Ca 2,4 – Co 1,7 – Zn 1,5 – Ba 1,4 – Sm 1,3 – Lu 1,1
Каргасокский	U 4,3 – Au 3,9 – Hf 3,8 – Ce 3,2 – Ca 2 – Zn 1,9 – Th 1,5 – Br 1,18 – Na 1,17
Бакчарский	Sm 3 – Co 2,3 – Rb 2 – Cs 1,7 – Na 1,3 – Ba 1,2 – Zn 1,15
Колпашевский	Ce 2,45 – La 1,2

Ранжирование районов по уровню максимального количества накопления элементов в волосах детей выглядит следующим образом:

Более 10 элементов: Томский (19) – Кривошеинский (15) – Шегарский (13);

От 6 до 9 элементов: Александровский (9) – Каргасокский (9) – Бакчарский (7) – Молчановский (7) – Чаинский (6);

5 и менее элементов: Тегульдетский (5) – Верхнекетский (4) – Первомайский (3) – Кожевниковский (3) – Асиновский (2) – Колпашевский (2) – Парабельский (2) – Зырянский (2).

В районах с преимущественно развитым сельским хозяйством, таких как Шегарский, Чаинский, Молчановский, Кожевниковский, Кривошеинский, были выявлены специфические биогеохимические особенности состава волос детей.

На вышеперечисленных территориях отмечается накопление ртути в волосах детей. Из геохимических рядов видно, что в указанных районах она находится на первом месте, с высокими коэффициентами концентрации (превышение регионального уровня в 4 – 8 раз) (Наркович и др., 2010).

Загрязнение почв ртутью в регионах с развитым сельским хозяйством, когда применяются фунгициды, является распространенным процессом.

Поступление Hg в организм человека и его накопление в волосах может происходить 2-мя путями:

- 1) аэрогенным (когда происходит пыление почв);
- 2) через продукты, которые выращены на этих почвах (Наркович, 2012).

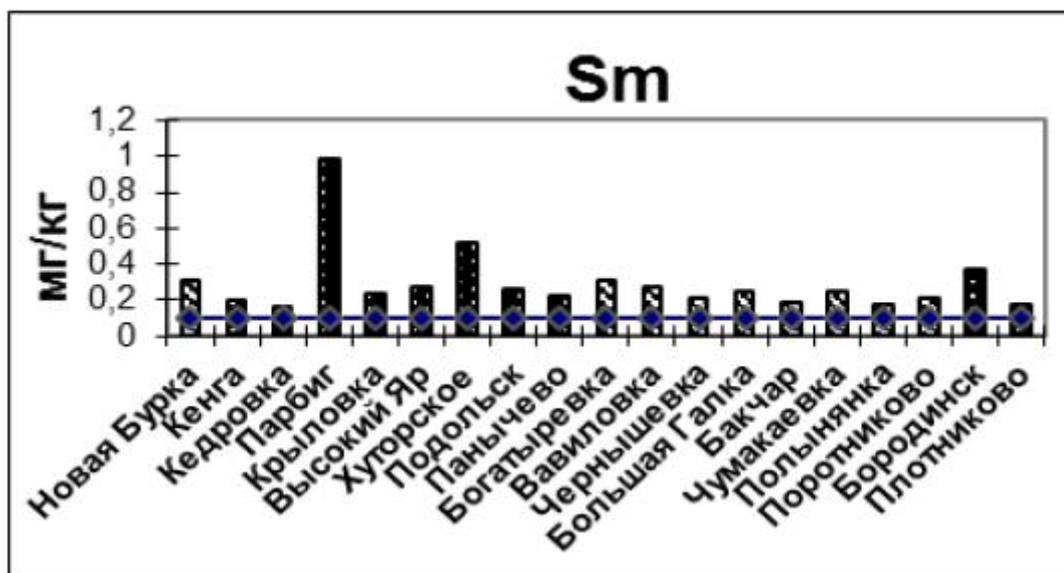


Рисунок 49. Диаграмма содержания самария в составе волос детей района (Наркович, 2012)

По результатам анализа была установлена одна особенность - содержание железа в изученном биосубстрате в 2 раза ниже средних показателей по области.

В накипи района также отмечены низкие содержания Fe (Монголина, 2011).

Содержание железа в волосах детей в 2 раза ниже среднеобластных показателей и составляет 99 мг/кг (Наркович, 2012). Скорее всего это обусловлено тем, что Fe находится в питьевой воде в менее подвижной форме (Fe²⁺) (Макушин

и др., 2005; Видяйкина, 2010), и затем поступает в человеческий организм. А также отсутствие способности у Fe^{2+} накапливаться в больших концентрациях в депонирующих тканях.

Железородное проявление оказывает влияние на формирование состава волос, что показали результаты кластерного анализа, в районе фиксируется взаимосвязь группы элементов Co-Hf-La-Se-Th и железа (рисунок 50). Наличие ассоциации Co-Hf-La-Se-Th говорит о том, что имеет место быть проявления циркон-ильменитовых песков (Наркович, 2012).

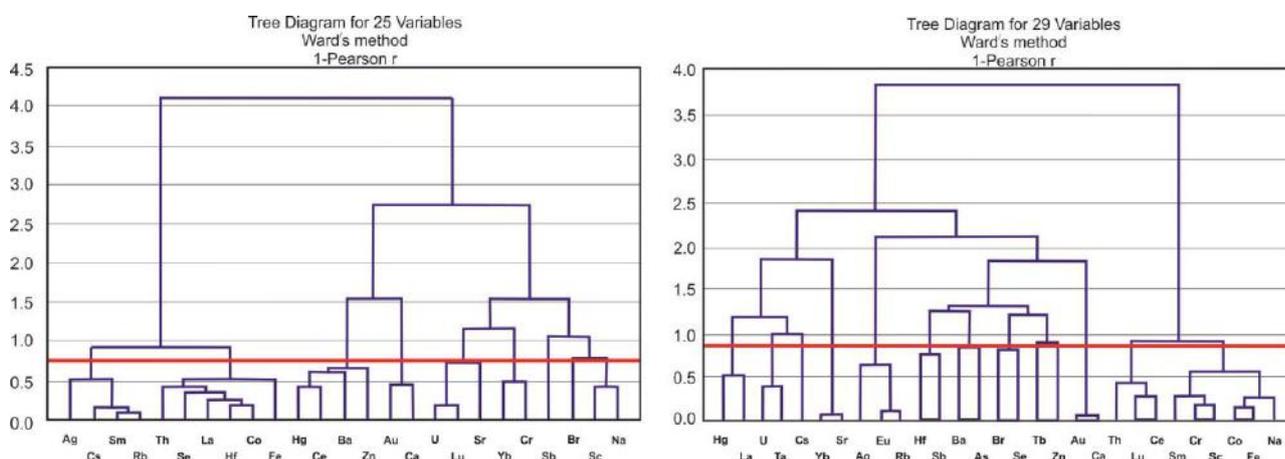


Рисунок 50. Геохимический спектр волос и дендрограммы корреляционных матриц: слева –Бакчарского района ($1\text{-Person } r_{0,27} = 0,73$), справа –Томский район ($1\text{-Person } r_{0,15} = 0,85$) (Наркович, 2012)

Рассчитав коэффициент концентрации элементов в волосах детей относительно среднего показателя по области, мы получили биогеохимический ряд: Sm 3 – Co 2,3 – Rb 2 – Cs 1,7 – Na 1,3 – Ba 1,2. Стоим отметить, что только в Бакчаркой район отмечается присутствие в ряду большое накопление Sm и нахождение в ряду Rb (Наркович, 2012).

Проанализировав графический материал, мы видим отображение данной геолого-геохимической неоднородности в тканях: такие элементы как Cr и Fe обнаруживаются в области распространения рудопроявления (рисунок 51).

Таким образом, состав человеческой ткани (элементный) очень чувствителен к параметрам среды, которая нас окружает, а его характеристики количественные зависят как от формы, по которой поступает элемент, от выбора показателей в качестве фоновых для проведения нормирования, источников, которые влияют на его концентрацию (Наркович, 2012).

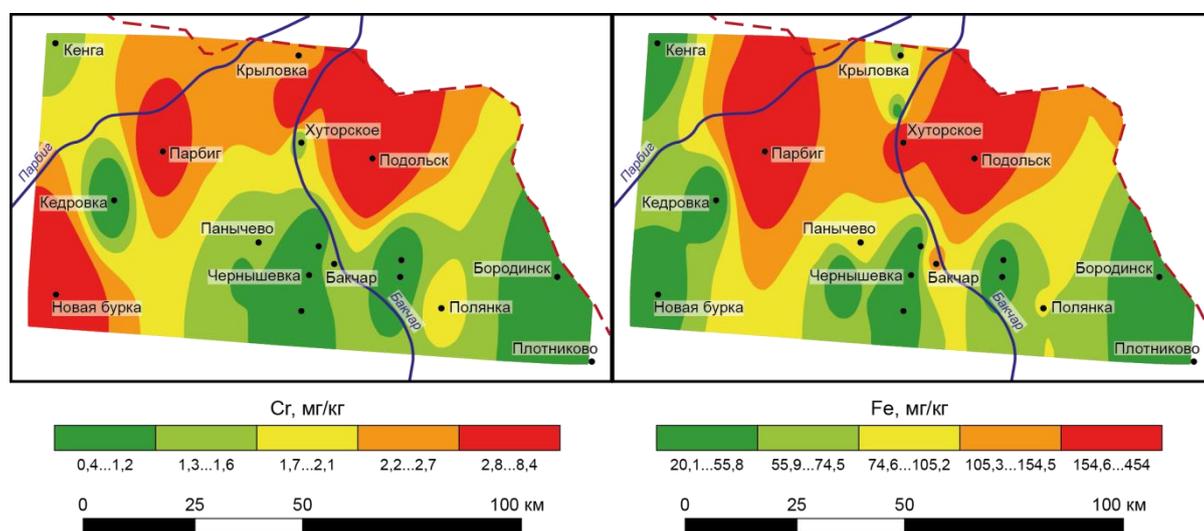


Рисунок 51. Карты-схемы распределения Cr и Fe (Бакчарский район) в волосах детей (мг/кг), (Наркович, 2012)

Высокие содержания таких элементов, как Co, Hf, Ce, La, Sm отмечаются в северо-западной части Бакчарского района. Что по всей видимости объясняется зоной распространения оолитовых осадочных руд железа в которых проявляются циркон-ильменитовые россыпи (Даргевич, 2000).

Геохимическая неоднородность района отслеживается при анализе рядов ассоциаций элементов в волосах детей (19 изученных населенных пунктов) (таблица 26). Ряды отражают концентрацию элементов, которые равны или превышают средние значения по области. Для всех рядов общим является

наличие Sm. В н.п. Парбиг отмечаются повышенные концентрации Sm (Кк - 10) и Cs (Кк – 9) (Наркович, 2012).

Стоит обратить внимание и на тот факт, что в составе волос детей (н.п. Подольска, Плотниково, Кедровки, Бородинска) отмечается накопление в больших количествах урана. Однако по району показатель накопления не превышает среднеобластного показателя.

Значительное накопление U отмечаются у детей, которые проживают по окраинам (периферии) зоны распространения Бакчарского рудопоявления (Наркович, 2012).

Таблица 26. Биогеохимическая специфика волос детей района (Наркович, 2012)

Населенный пункт	Биогеохимическая специфика волос детей								
Плотниково	Ba _{3,7}	Ag _{2,4}	Sm _{1,8}	Co _{1,6}	U _{1,5}	Ca ₁	As ₁		
Бородинск	U ₅	Co _{4,8}	Sm _{3,7}	Lu ₃	Na _{2,5}	La _{2,4}	Sr ₂	Br _{1,4}	As ₁
Польнянка	Sm _{1,7}	Ca _{1,6}	Co _{1,4}	Zn _{1,3}	Na _{1,2}	Au _{1,1}			
Поротниково	Ba _{2,4}	Sm ₂	Sb _{1,8}	Ag _{1,6}	Co _{1,5}	La _{1,1}	As ₁		
Чумакаевка	Rb _{2,3}	Sm _{2,4}	Ag _{1,8}	Co _{1,5}	Na _{1,4}	Ba _{1,3}	Ca _{1,1}	Sr ₁	
Бакчар	Sm _{1,8}	Zn _{1,7}	Ba _{1,6}	Au _{1,6}	Ca _{1,4}	Rb _{1,3}	Cs _{1,2}	Co _{1,2}	
Большая Галка	Sm _{2,5}	Na _{1,8}	Co _{1,4}	Zn _{1,2}	Ag _{1,2}	Ba ₁	Rb ₁		
Чернышевка	Sm _{2,1}	Br _{1,9}	Na _{1,6}	Ag _{1,5}	Co _{1,2}				
Вавиловка	Co _{2,9}	Sm _{2,7}	U ₂	La _{1,7}	Zn _{1,6}	Hf _{1,5}	Na _{1,4}	Lu _{1,4}	Se _{1,1} As ₁
Богатыревка	Rb _{3,1}	Sm ₃	Cs _{2,2}	Co ₂	Ca _{1,4}	Ba _{1,4}	Se ₁	Zn ₁	
Панычево	Co _{4,4}	Na ₃	Cs _{2,3}	Sm _{2,2}	Hf ₂	Rb _{1,6}	Ag _{1,4}	Sc _{1,2}	Se ₁
Подольск	Co _{5,3}	U ₅	Yb _{2,8}	Sm _{2,6}	La _{2,4}	Lu _{1,9}	Cr _{1,8}	Na _{1,7}	Hf _{1,6} Sc _{1,5} Zn _{1,2} Ag _{1,1}
Хуторское	Sm _{5,2}	Rb ₃	Co _{2,4}	Na _{1,9}	Cs _{1,3}	La _{1,1}	Se ₁		
Крыловка	Sm _{2,3}	Yb _{2,3}	Co _{1,4}						
Высокий Яр	Sm _{2,7}	Rb _{1,2}	Zn _{1,1}	As ₁					
Парбиг	Sm ₁₀	Cs ₉	Rb _{7,6}	Co ₆	Hf ₃	La _{2,6}	Ag _{2,5}	Na _{1,6}	Se _{1,8} As ₁
Кедровка	U _{1,9}	Sm _{1,6}	Zn _{1,3}						
Новая Бурка	Sm ₃	Rb _{2,5}	Co ₂	Ba _{1,6}	Zn _{1,4}	Cs _{1,3}	Cr _{1,2}	Ag _{1,2}	U _{1,1}
Кенга	Sm ₂	Co _{1,6}	Sb _{1,4}	Na _{1,2}	Zn _{1,15}	Cs _{1,14}			

Проведя изучение элементного состава волос детей, которые проживают в районе, мы наблюдаем картину определенного соответствия: накопление ряда элементов к распространению структур геологических на территории изучаемого района (Наркович, 2012).

Природные аномалии имеют ряд отличий от техногенных: 1) меньший показатель концентрации элементов; 2) показатель средних уровней накопления меньше; 3) присутствие характерных для геохимических и геологических аномалий, специфичных ассоциаций химических элементов), и скорее всего, в рамках локальных территорий, идентифицируются неоднородностью характера элементного распределения с повышением их концентрации в волосах детей (Наркович, 2012).

Подводя итог, стоит сказать, что для выявления и профилактики микроэлементозов человека, стоит учитывать элементный состав волос, который является индикатором геохимических природных аномалий и вызывается как недостатком, так и избытком элементов в окружающей среде (Наркович, 2012).

5.5.2 Элементный состав солевых образований в питьевых водах

Бакчарского района

Отбор проб производился во всех поселках населенных пунктах района, параллельно с отбором проб волос детей (Монголина, 2011; Барановская, 2011; Наркович, 2012).

Проанализировав полученные результаты, можно говорить о том, что солевые образования (накипь) представляет собой карбонатные образования, в которых среднее содержание кальция составляет 22 %, железа – 0,4 % (таблица 27).

В пробах, по ряду элементов – Sb, Hg, Na, Sr отмечается их превышение над областными показателями. Сравнительная диаграмма приведена на рисунке 52.

Таблица 27. Содержание элементов (среднее, мг/кг) в накипи вод районов области (Na, Ca, Fe в мас. %) (Монголина, 2011)

	Асиновский	Александровский	Верхнекетский	Зырянский	Бакчарский	Кожевниковский	Каргасокский	Парабельский	Кривошеинский	Молчановский	Колпашевский	Тегульдетский	Первомайский	Чанский	Томский	Шегарский
Na	190	18	281	479	762	102	65	222	90	87	417	324	122	233	190	93
Fe	0,8	0,09	13	1,9	0,4	0,6	0,9	0,8	4	1	4,7	4,7	2,9	1,4	0,9	5,6
Ca	30	38	12	31	22	24	33	22	31	30	23	29	30	36	30	37
Cr	18	0,22	50	13	2,83	3,76	8	42	13	4,5	34	93	11	22	2,9	14
Sc	0,57	0,01	1,4	0,45	0,11	0,04	0,04	0,13	0,08	0,09	0,3	0,7	0,38	0,3	0,19	0,05
Zn	2195	395	10119	2326	759	2086	228	605	287	879	1175	2103	1776	2095	452	519
Co	35	1,5	133	46	19	0,58	48	21	13	1	9	302	58	7	11	0,38
Br	1,47	0,95	0,77	1,71	1,73	2,1	0,5	0,5	2,3	3,3	1,5	1,8	1,92	1,5	4,1	2,4
As	0,97	3,01	0,27	2,15	2,77	0,34	0,3	0,7	1,3	1,3	0,6	1,7	0,93	1,7	1,16	2
Au	0,22	0,01	0,01	0,6	0,06	0,13	0,02	0,002	0,01	1,07	0,04	0,1	0,01	0,01	0,1	0,01
Sr	1169	994	213	942	1057	874	н.п.	672	1136	841	434	1054	326	673	1266	1023
Rb	0,5	0,5	0,5	0,97	1,6	0,82	0,5	2,9	0,5	0,5	3,1	2,9	2,03	0,85	0,5	0,5
Sb	0,79	0,04	2,76	1,55	0,9	0,06	0,14	1,6	0,81	0,14	0,1	2,12	0,4	0,47	0,24	0,12
Ag	0,29	5,1	0,19	11	0,21	2,86	0,2	0,2	0,2	5,1	0,2	0,47	0,2	0,2	0,48	0,2
Ba	411	143	1075	300	395	244	133	207	606	391	273	852	667	330	335	203
Cs	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,06	0,01	0,01	0,05	0,01
Ce	1,86	0,04	4,76	2,58	1,27	0,3	0,25	1,7	0,45	0,88	4,7	5,03	2,01	2	3,13	0,45
La	0,41	0,18	4,23	1,07	0,38	0,06	0,13	0,8	0,13	0,26	1,9	1,32	0,54	0,57	3,74	0,09
Sm	0,42	0,06	1,1	0,23	0,31	0,02	0,05	0,2	0,05	0,03	0,3	2,6	0,15	0,16	0,78	0,02
Tb ×10 ⁻²	0,5	0,5	10	1	0,7	0,5	0,5	2,4	0,5	1	2,3	5,1	1,7	0,5	8,2	0,5
Eu ×10 ⁻²	0,4	2,8	37	10	1	0,4	0,4	0,4	0,4	1,1	3,3	40	1,4	0,4	17	0,4
Lu ×10 ⁻²	1,6	0,1	19	3,5	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	1,8	0,9	7,9	1,6	1,4	3,2	0,1
Yb ×10 ⁻²	6,5	1,4	77	10	2,3	0,8	0,9	6,6	1,8	3,6	9	46	2,9	2	18	0,9
Ta	0,01	0,05	0,01	0,12	0,02	0,01	0,01	0,16	0,05	0,01	0,02	0,03	0,25	0,01	0,02	0,01
Hf	0,14	0,01	0,01	0,27	0,07	0,01	0,09	0,14	0,04	0,02	0,1	0,29	0,03	0,03	0,05	0,06
Th	0,03	0,02	0,21	0,19	0,11	0,03	0,14	0,29	0,09	0,03	0,15	0,79	0,19	0,04	0,08	0,01
U	2,13	0,13	5,86	3,88	1,65	0,07	0,13	0,15	0,15	0,72	2,5	11	2,86	0,18	1,77	0,09

Примечание: н.п. – содержание ниже предела обнаружения

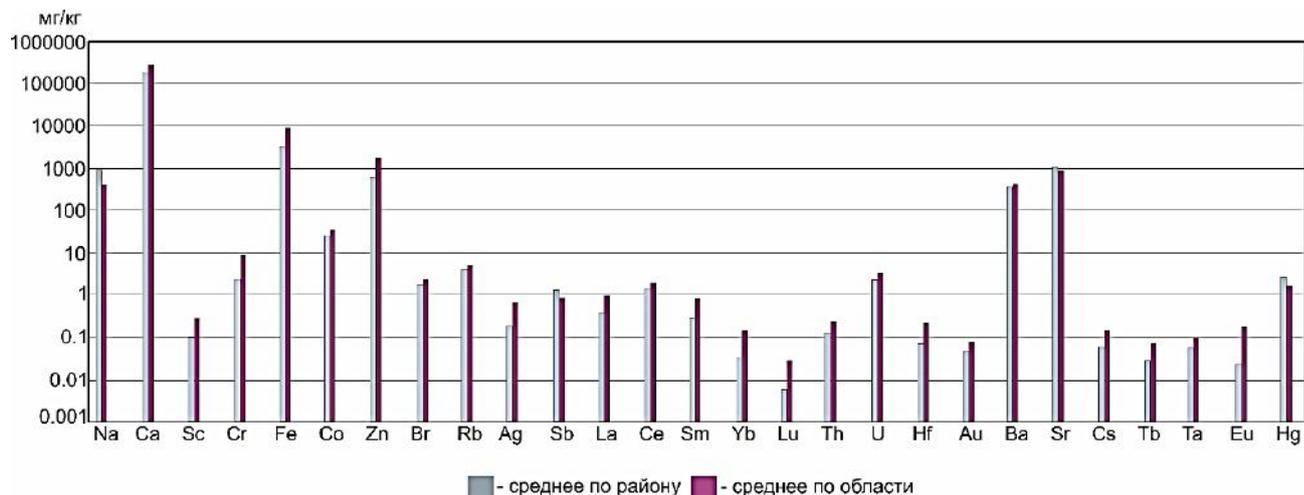


Рисунок 52. Сравнительные данные элементного состава солевых отложений в водах Бакчарского района Томской области и среднее по Томской области (Монголина, 2011)

Примечание: данная шкала прологарифмирована

Анализируя содержание элементов в изучаемом материале, мы наблюдаем достаточно большое различие в уровнях их накопления (Тегульдетский – 8 элементов, Верхнекетский – 4 элемента, Томский – 4 элемента, Александровский – 3 элемента, Парабельский – 2 элемента, Зырянский – 2 элемента, Бакчарский, Молчановский, Колпашевский – 1 элемент), что возможно отражает особенности (металлогенические и геохимические) водоносных горизонтов, а также областей их питания на территории каждого из районов.

Содержание в накипи Ca (главный порообразующий элемент) колеблется от 12% (Верхнекетский) до 38% (Александровский), тогда как для Fe наблюдаются колебания с 13% (Верхнекетский) до 0,09% (Александровский).

Составленные геохимические ряды накопления элементов в накипи относительно среднего показателя по области (региональный фон) наиболее полно отражают специфику каждого района области (таблица 28). Отсутствие Fe в накипи питьевых вод Бакчарского района можно объяснить его нахождением в малоподвижной 2-х валентной форме - Fe^{2+} . Тогда как в северных районах, железо в комплексе с фульвокислотами образует более подвижные соединения (Макушин, 2005).

Таблица 28. Геохимические ряды накопления элементов накипи питьевых вод районов Томской области (относительно областного уровня) (Монголина, 2011)

Тегульдетский район ($N=19$)	Eu 13,1 Sm 11,7 Co 10,3 Yb 9,7 Cr 9,3 Th 8,2 Lu 5,8 U 5,6 Hf 4,9 Sb 4,7 Rb 4,1 Cs 4,1 Fe 3,8 Tb 3,6 Sc 2,8 Ce 2,8 Ba 2,4 La1,8 Zn1,5
Зырянский район ($N=16$)	Ag 12,3 Au 5,9 Hf 4,6 Ta 3,5 Sb 3,4 Eu 3,3 Lu 2,6 Yb 2,2 Na 2,1 Th2 U2 Sc1,8 Zn1,7 Co1,6 Fe1,5 La1,5
Верхнекетский район ($N=16$)	Yb 16 Lu 14 Eu 12,3 Fe 11 Zn 7,3 Tb 7 Sb 6,1 La 5,9 Sc 5,4 Cr 5 Sm 4,9 Co 4,5 Ba 3,1 U 3 Ce 2,6 Th 2,2
Асиновский район ($N=9$)	Hf 2,5 Sc 2,4 Au 2,3 Sm 2 Cr 1,9 Sb 1,9 Zn 1,7 Cs 1,6 Yb 1,5
Томский район ($N=9$)	Tb 6 Eu 5,6 La 5,3 Yb 3,8 Sm 3,6 Cs 3,3 Lu 2,4 Br 2,1 Ce 1,8
Первомайский район ($N=8$)	Ta 7,4 Rb 2,8 Fe 2,3 Co 2 Th 2 Ba 1,9 U 1,5 Sc 1,5
Парабельский район ($N=7$)	Ta 4,7 Cr 4,2 Rb 4,1 Sb 3,5 Th 3,1 Hf 2,4 Tb 1,7
Колпашевский район ($N=5$)	Fe 4,6 Cr 3,9 Rb 2,4 Cs 1,8 U 1,6
Бакчарский район ($N=4$)	Na 3,4 Rb 2,3 Sb 2 As 1,5
Кривошеинский район ($N=4$)	Fe 3,2 Sb 1,8 Ba 1,7 Ta 1,6
Александровский район ($N=4$)	Ta 2,5 As 1,9 Eu 1,7 Ca 1,8
Молчановский район ($N=3$)	Au 10,4 Ag 5,7 Br 1,7
Чаинский район ($N=2$)	Cr 2,2 Zn 1,5
Кожевниковский район ($N=2$)	Ag 3,2 Zn 1,5
Каргасокский район ($N=2$)	Co 1,6 Hf 1,5
Шегарский район ($N=1$)	Fe 4,5

Примечание: N – количество элементов с коэффициентом накопления $>$ или $= 1,5$. Элементы с коэффициентом накопления $> 2,5$ выделены.

Из таблицы видно, что выделяется группа районов (Верхнекетский, Тегульдетский, Зырянский), с большим количеством элементов, у которых коэффициент накопления больше 1,5 (Монголина, 2011).

Полученный спектр элементов, и составленная карта по распределению элемента подтверждает тот факт, что руды Бакчарского железорудного узла высоко обогащены мышьяком (рисунок 53) (Монголина, 2011).

Отмечается неоднородный характер распределения естественных радиоактивных элементов в накипи.

В н.п. Бородинск (Бакчарский район) содержание U в накипи составило – 26,7 мг/кг (рисунок 54). Повышенные концентрации урана в рудах проявления отмечались и ранее (Шор и др., 1999).

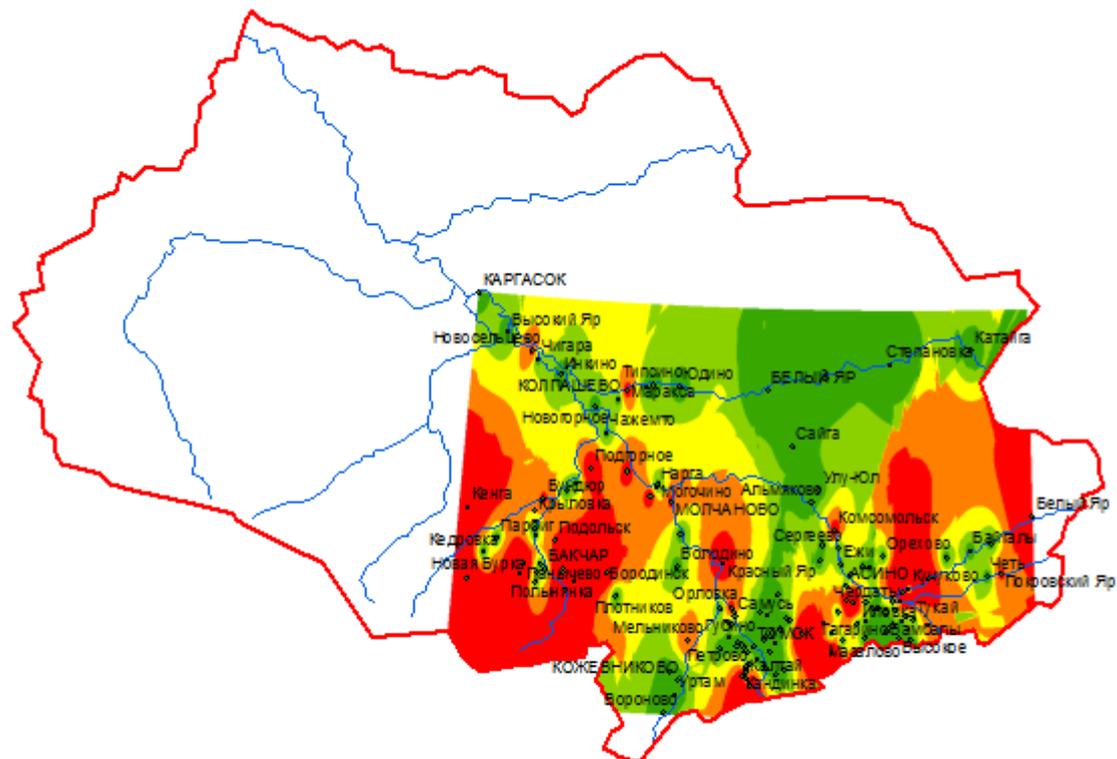


Рисунок 53. Карта-схема распределения As в накипи из питьевых вод Томской области (Монголина, 2011)

Выявленные аномалии урана в накипи вод Бакчарского района с большой степенью вероятности находятся в ураноносной зоне, которая выделяется по другим критериям (Домаренко, 2010), это говорит о том, что уровень накопления урана возможно использовать для выявления урановорудных проявлений (Монголина, 2011).

По величине Th/U отношения самое высокое отмечено в населенном пункте Большая Галка – 8,7. Помимо этого, в н.п. Высокий Яр, Хуторское, Подольск, Парбиг $\text{Th}/\text{U} > 1$. Минимум определен в населенном пункте Бородинск – 0,002, где в накипи содержание урана составляет 26,7 мг/кг (Монголина, 2011).

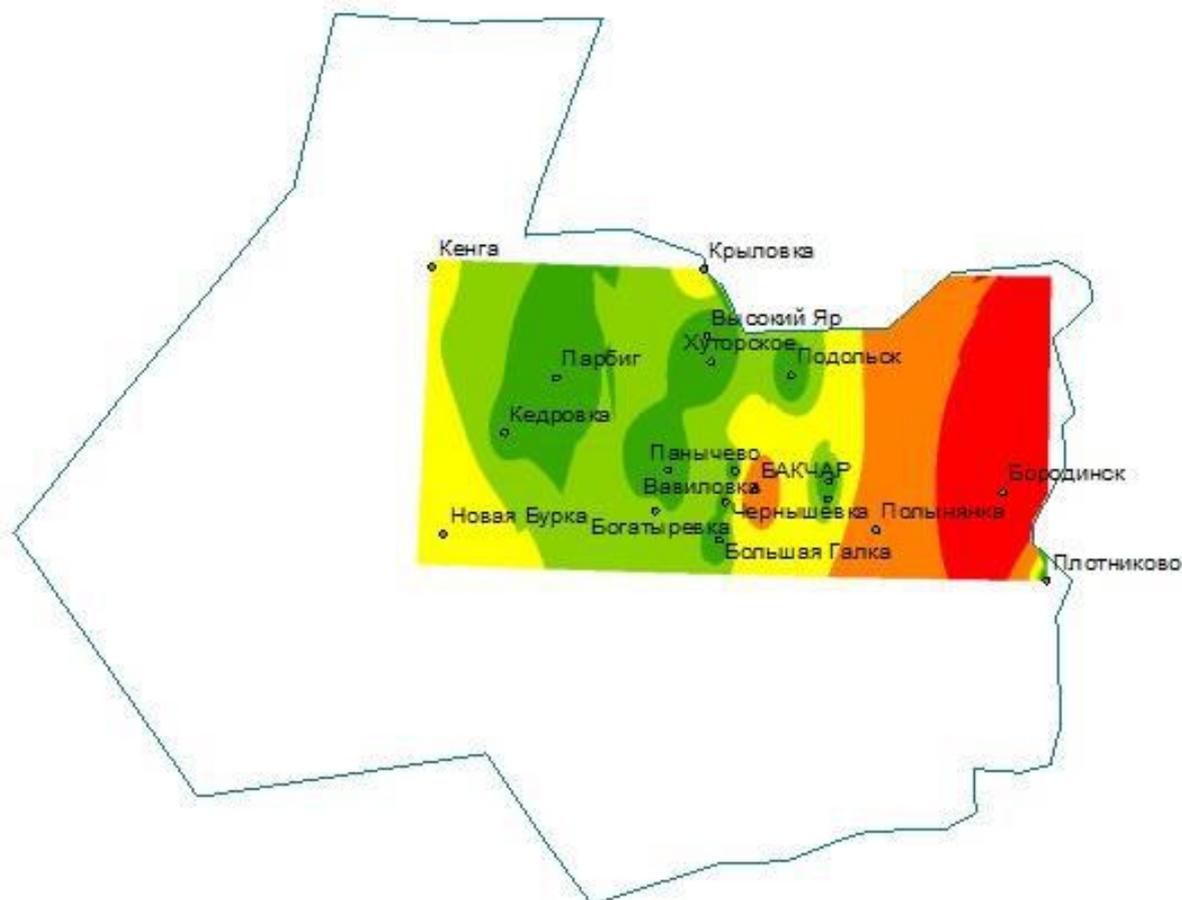


Рисунок 54. Карта-схема распределения урана в накипи питьевых вод района (Монголина, 2011)

Картирование территории позволило определить: 1) наличие аномальных локальных участков внутри региона; 2) обозначить районы с большими уровнями накопления ряда элементов, которые каждый день поступают в человеческий организм с питьевой водой в течении длительного периода времени, что в результате сказывается на дисбалансе элементов в человеческом организме и позволит определять уровень заболевания человека и особенности нозологической структуры (Монголина, 2011).

5.6. Радиационная характеристика в районе проявления железных руд

При опробовании почвенного покрова, одновременно проводились замеры радиоактивности почвенного слоя по всей протяженности маршрута с охватом всей площади района.

По итогам измерений мощность дозы на поверхности почв изменялась в пределах от 5 до 14 мкР/ч. Стоит отметить, что самые низкие значения нами были отмечены на Полынянском участке, а повышенные в районе с. Поротниково у скважины № 3 (14 мкР/ч), но природа столь высокого показателя нами не выявлена.

Если говорить в целом, то на Бакчарском рудопроявлении не отмечается высоких значений радиоактивности почвенного покрова.

Глава 6. Анализ возможных геоэкологических проблем при разработке Бакчарского железорудного проявления карьерным способом, методом подземного выщелачивания и скважинной гидродобычи

В этой главе мы проводим сравнительную характеристику и рассматриваем основные геоэкологические проблемы, которые могут появиться при отработке Бакчарского проявления железных руд различными способами: 1) карьерный; 2) подземного выщелачивания; 3) скважинной гидродобычи, примененный в своё время на таких участках, как - курская магнитная аномалия (шамраевский участок) и тарское циркон-ильменитовое месторождение.

В работе (Домаренко и др., 2013) описаны геоэкологические проблемы при различных вариантах освоения Бакчарского рудопроявления.

Добыча полезных ископаемых может осуществляться подземным и открытым способами, последний является более экономичным и прогрессивным.

1. Карьерный способ – при нем процесс изъятия полезных ископаемых и вскрышных пород производится на открытых местах земной поверхности и приводит к разрушению ландшафтов и требует их рекультивации.

Добыча полезных ископаемых производится открытым или подземным способом в зависимости от глубины их залегания. Существует два способа, с помощью которых возможно удаления «вскрыши»: сухой, когда применяется специализированная техника: экскаваторы, бульдозера, и гидромеханический, которые применим при отработке - песков, суглинков глин.

Открытый способ добычи полезных ископаемых имеет свою специфику. Значительные разрушения земной поверхности и существующая технология добычи полезных ископаемых приводят к тому, что карьер и другие промышленные объекты в той или иной степени являются источниками загрязнения окружающей среды.

Значительно низкая затратность открытого способа значительно вытесняет другие конкурирующие горные подземные работы. Себестоимость добычи одной тонны руды в 3,5 – 4 раза меньше, а производительность труда 3 раза больше в

сравнении с подземным. При открытом способе выемка полезных ископаемых более полная (Горшков, 1998).

Вокруг карьеров высятся отвалы вскрышных пород, которые в дальнейшем зарастают различной растительностью и превращаются в ландшафты антропогенного происхождения. Ввиду того, что данный процесс очень медленный, данные ландшафты продолжают оставаться источниками загрязнения окружающей среды.

Для превращения земель отвалов в высокопродуктивные проводят рекультивацию. Проводя выравнивание рельефов отвалов и покрывая его травяным слоем, который был снят ранее, создают земли, которые в дальнейшем могут быть использованы в сельскохозяйственных целях.

При добыче полезных ископаемых в зимний период открытым способом отмечается примерзание сыпучих влажных грузов к металлической поверхности (ковш и др.) транспортного оборудования, вследствие чего происходит снижение производительности. В летний период происходит интенсивное пылеобразование на временных автодорогах в карьерах, что ведет к снижению скорости движения автотранспорта, усиленному износу двигателей внутреннего сгорания и пневмоканиозу (профессиональное заболевание).

2. У метод подземного выщелачивания есть ряд преимуществ перед карьерным или шахтным способами их разработки. Прежде всего это выражается в отсутствии отвалов, не происходит значительного нарушения земной поверхности.

Скважины и трубопроводы, которые в процессе эксплуатации нарушают ландшафт, после завершения работ ликвидируются, не оставляя следов на поверхности земли.

В условиях Бакчарского проявления железных руд продуктивные растворы, не содержащие вредных веществ как, правило не представляют экологической опасности. При их разливе, содержащиеся в них биогенные элементы: фосфор, железо, алюминий, ванадий, собираются посредством сорбции их торфом.

К тому же алюминий и железо при взаимодействии с O_2 воздуха в виде гидроокисей выпадут в осадок, производя при этом сорбцию как микроэлементов так и другие элементов.

При разливе рабочих кислых растворов, которые идут на выщелачивание (концентрация кислоты в растворе – 10 – 15%), можно легко нейтрализовать их щелочью или обыкновенным известняком (мелом).

При разливе во вмещающие породы (при прорыве труб обсадных) происходит цементация скважины и бурится другая.

Методы борьбы с разливом технологических растворов на месторождениях железных руд просты и не представляют угрозы. Предлагаемый способ отработки железных руд основывается на одновременной разработке торфяных месторождений и проявления железных руд. В итоге, при разработке месторождений торфа будет образовываться ландшафт, который будет отвечать экологическим требованиям и способный производить значительные объемы продукции сельского хозяйства. Вполне вероятно, что стоимость новых земель будет выше стоимости добытых полезных ископаемых, ввиду того, что земли станут применяться человеком и впоследствии после отработки рудопроявления.

Рассмотрим экологические проблемы, возникающие при наземной переработке растворов продуктивных. Процесс выделение железа при помощи сорбции (торф и паровой гидролиз), не представляет собой какой-либо опасности, так как процесс происходит в изолированных трубопроводах и объемах. В результате получившиеся торфорудный концентрат и регенерированный рабочий раствор, впоследствии доукрепления будут направлены в следующий цикл выщелачивания.

Торфорудный концентрат отправляется во вращающиеся печи для восстановления железа. В итоге получают золу, порошковое железо, смолу, горючие газы, дегти. Экологические проблемы могут появиться в связи с применением в процессе выщелачивания подсмольных вод, содержащих фенолы, которые как раз и причиняют значительный вред окружающей среде.

Если не проводилась очистка, сброс таких вод в поверхностные водотоки запрещен. После определенной подготовки (происходит выделение компонентов: метилового спирта, водорастворимых смол, аммиака) далее воды направляются на выщелачивание железных руд. Там воды применяются в роли восстановителя, в результате чего происходит их возвращение в технологический цикл.

При возникновении производственной необходимости сброса фенольных вод в поверхностный водоток, их необходимо полностью очистить от фенолов при помощи проведения фильтрования через торф (слой 20 см), который в итоге поглотит полностью все фенолы и через уголь активированный, который будет производиться в целях применения фенолов для приготовления пластмасс фенолформальдегидных.

Продукты, которые входят в состав веществ, выделяемых при процессах сухой перегонки торфа и восстановления железа (подсмольные воды, газы, дегти и др.) полностью будут потребляться и перерабатываться, исключая загрязнение почвы и атмосферы.

Большая часть вопросов безопасности (участок приготовления растворов рабочих) отработаны на предприятиях, на которых производится азотная, соляная, серная кислота. Поэтому приготовление таких растворов, в плане экологической безопасности, безопаснее, чем приготовление кислот концентрированных.

Подводя итог вышесказанному, можно говорить о том, работы по применению метода подземного выщелачивания алюминия, железа, фосфора и ванадия можно организовать без существенного влияния на окружающую среду. Кроме того, преследуется цель – создание среди ландшафта болот Васюганья островков культурного ландшафта (Домаренко и др., 2013).

Отработка Бакчарского проявления железных руд скважинной гидродобычей взаимосвязана с физико-геологическими условиями их залегания.

На отработку оказывают влияние ряд условий: гидрогеологические и геологические, гидравлические и механические свойства руд, а также свойства руды, вмещающих пород и природные условия.

Применение метода скважинной гидродобычи дает преимущества, используя которые, можно заново оценить перспективы как эксплуатирующихся месторождений (Шамраевское, Тарское), так и будущих (Бакчарское проявление железных руд).

На рисунке 54 представлена схема предприятия, на котором применяется метод скважинной гидродобычи



Рисунок 54. Схема предприятия СГД

Сущность применения способа СГД заключается во вскрытии скважинами рудных залежей, с дальнейшим разрушении рудного массива гидромониторами и подачи руды в виде пульпы на поверхность. Далее проводится работа с пульпой, с соотношением жидкой фазы к твердой, как 3:1.

Технология метода СГД является практически безотходной и приемлемой, с точки зрения экологической безопасности. Так, не происходит отчуждение больших площадей под строительство промышленных объектов.

По ряду показателей, в том числе и технико-экономическим, метод СГД более эффективен, чем традиционные способы (Аренс и др., 1980; Аренс, 2007). Вопросы разработки месторождений твердых полезных ископаемых методом скважинной гидродобычи (СГД) рассматриваются в работе Н.Е. Горшенина (2014).

Влияние на почвенный покров, воздушный бассейн, флору и фауну, поверхность земли при применении метода СГД происходит только в границах горного отвода.

На недра при СГД оказывается сильное влияние, а на подземные воды - среднее (Тепляков и др., 2008).

В первом случае это обуславливается изменениями напряженно – деформационного состояния, которые происходят непосредственно в горном массиве, газодинамической и гидрогеологической обстановки в нем.

Следовательно, создание системы регулярного долгосрочного мониторинга состояния недр на участках применения СГД необходим, так как самопроизвольный, неконтролируемый процесс обрушения кровли приведет к проседанию поверхности земли и нарушению режима (гидрогеологического) подземных вод.

Если рассматривать метод СГД с точки зрения экономики, то он дешевле в 2-3 раза открытого и 5-7 раз шахтного (Аренс, 2007). При незначительных финансовых затратах этот способ можно полностью автоматизировать, что позволит практически исключить людской ресурс на производстве.

Влияние на рельеф и геодинамические процессы

При развитии горнодобывающей промышленности, влияние на состояние геологической среды ежегодно будет усиливаться. Проявляется это будет как в изменении геологического строения района разработки, так и в активизации геодинамических процессов, которые обусловлены техногенным воздействием на литосферу. Среди геодинамических процессов различают: геобиохимические, геомеханические, геохимические.

Примером геомеханических явлений служат: обрушения, сдвигание горных масс, осыпи обвалы, сели, горные удары, дефляция оползни, эрозия, и др.

На Бакчарском проявлении эти явления будут определены следующими последствиями проведения горных работ: 1) разрушением горных массивов, 2) изменением базиса эрозии, 3) перемещением горных масс.

При перемещении горных масс, которое будет сопровождаться изменением местного базиса эрозии, будет происходить усиление энергии рельефа. Непосредственно от этой энергии находится в зависимости направление и скорость геомеханических процессов.

Влияние на формирование стока подземных и поверхностных вод будет большим. Для оценки воздействия на окружающую среду это очень важное обстоятельство.

Распространение неравновесных активных склонов обусловлено наличием на ограниченной площади горного отвала техногенного рельефа.

На насыпных склонах действующую роль будет играть такой фактор, как перераспределение вещества внутри отвала, тогда как на обычном склоне перенос будет происходить за счет поверхностных потоков.

Подводя итог, можем сказать, что геодинамические процессы - это реакция природной системы на вмешательство извне (техногенное воздействие) и в ряде случаев оказывают влияние на результаты хозяйственной деятельности в районах, имеющих горнодобывающие производства. Поэтому изучение этих процессов, организация и ведение мониторинга на Бакчарском железорудном узле, при

предполагаемом освоении, будет очень актуальным и важным, как в научном, так и в практическом плане.

Влияние на поверхностные и подземные воды

Одной из сторон негативного воздействия на окружающую среду в процессе отработки Бакчарского рудопоявления является усиление заболачивания земель.

При попадании в гидрографическую сеть неотстоявшиеся сточные воды приведут к ее заиливанию, что в дальнейшем, при низкой степени дренированности усилит процесс заболачивания земель.

Из-за возможных проседаний земной поверхности, СГД следует начинать применять от водотока к водоразделу, и по мере необходимости провести земляные работы с целью сброса поверхностных вод из системы просадок к водотоку.

На участке отработки могут образовываться новые гидрогеологические тела - «техногенные водоносные горизонты», такие новообразования были установлены в районах производства работ Курской магнитной аномалии (Петин, 2010). Они отличаются от водоносных горизонтов особенностями гидродинамического, гидрохимического режимов, свойствами водовмещающих техногенных пород. По типам водоносных техногенных горизонтов в границах изучаемого региона можно выделить следующие типы горизонтов: 1) гидротехнический, 2) промышленный, 3) коммунальный тип (в населенных пунктах, которые примыкают к объектам горной промышленности).

Вследствие отработки будет сильно нарушен режим подземных вод в пределах участка между пос. Бакчар и пос. Большая Галка (первоочередной участок отработки). В дальнейшем здесь, при разработке, возможно образование депрессионной воронки.

Значительные изменения коснутся и поверхностных водотоков. В зоне воздействия водопонижительных систем часть рек будут в подвешенном состоянии, а их питание будет производиться посредством сброса дренажных вод.

Влияние на почвенный покров.

Почвенный покров играет роль геохимического барьера для тяжелых металлов. На участках, где под воздействием комплекса горнодобывающих предприятий будет наблюдаться преобразование естественных в техногенные ландшафты, эта роль будет только усиливаться.

При добычи железной руды, спутники железа (Cu, Cr, Zn, Ni, Co и др.), как и само железо, станут попадать на растительный и почвенный покров. Последний выступит в качестве фильтра, прочно зафиксировав тяжелые металлы и значительно ослабив их попадание в растительность и грунтовые воды (таблица 29).

Из таблицы 29 видно, что руды проявления высоко обогащены мышьяком, вследствие чего, при освоении ресурсов железных руд, он, возможно, будет поступать в природные среды.

Таблица 29. Коэффициент концентрации элементов в пробах железной руды по данным (Шайхиев, 2013)

название	Коэффициент концентрации
Рыхлая руда (с глубины 250м)	$\underline{As}_{60.7}Fe_{13.3}Sm_{6.8}Co_{4.6}Tb_{3.9}Cr_{3.8}Ce_{3.7}Yb_{3.5}Eu_{3.3}$ $La_{3.2}Th_{1.8}Lu_{1.1}Au_{0.9}Hf_{0.7}$
Песчаники кровли (с глубины 175м)	$\underline{As}_{100.7}Sm_{6.3}La_{4.6}Yb_{4.1}Fe_{2.9}Lu_{1.3}Ce_1Cr_{0.9}Tb_{0.9}$ $Co_{0.8}Th_{0.4}Au_{0.2}Hf_{0.02}$

Твердые металлы поступая в почву, путем абсорбирования, переходят затем в формы, которые недоступны растениям. Все это в конечном результате представляет собой препятствие на пути скопления подвижных форм твердых металлов в почвенном покрове (Шайхиев, 2013).

Влияние на растительный и животный мир

По итогам проведенной работы выявлено, что на участках, соседствующих с промышленными зонами сохранилась натуральная луговая растительность. На участках, которые представлены в районе проявления железных руд, отмечается множество видов растений.

Фауна изучаемой территории включает в себя основные виды с широкой экологической амплитудой свойственные для поселений (Шайхиев, 2013).

Луга и леса за пределами границ промышленной зоны и населенных пунктов применяются в качестве пастбищ, сенокосных угодий и в рекреационных целях.

Находящийся рядом с проявлением железных руд участок заказника «Васюганский» можно принять за эталон животного населения. Так как в нем непосредственно представлены виды, которые исчезают в результате вторжения хозяйственной деятельности в целинные общества.

За пределами населенных пунктов и промышленных зон в полосе до 10 км наблюдается контраст в разнообразии животных и плотности их населения.

Состояние экосистемы при разработке Бакчарского проявления железных руд станет характеризоваться как интенсивное (Шайхиев, 2013):

1) сверхнормативные значения загрязнений по ряду параметров и показателей будут превышать те пределы, которые установлены в границах санитарных и защитных зон;

2) на территории земельного отвода горнопромышленного предприятия будет констатироваться неудовлетворительное положение экосистем и биоты;

3) будут отмечаться изменения биоты, которые станут выявляться за пределами санитарно-защитной зоны горнопромышленного предприятия, что объясняется селитебной нагрузкой, воздействием горнопромышленных предприятий (Шайхиев, 2013).

Влияние на ландшафты

Такой фактор преобразования геологической среды как техногенез, сейчас приобрел региональное значение.

В результате при отработке Бакчарского рудопроявления будут формироваться техногенные ландшафты, которые проходят две стадии своего развития:

1) техногенного формирования: когда образуется литогенная основа, горные породы с их свойствами и вещественным составом. рельеф и его основные характеристики.

2) посттехногенного развития: в эту стадию литогенная основа изменяется под действием ландшафтообразующих факторов.

В следствие всего этого, происходит трансформация техногенного в природно-техногенный ландшафт.

В связи с увеличением площадей техногенных ландшафтов задача их классификации и типизации становится приоритетной.

Есть ряд подходов к классификации (Алексеенко, 2000; Глазовская, 1964; Перельман, 1975). За основу были выбраны представления (Перельман, 1975) о видах миграции химических элементов и разделение ландшафтов, которое предложено М.А. Глазовской.

Основные факторы – это живое вещество (биологический круговорот) (Глазовская, 1964) и вода (атмогидрохимический круговорот веществ) (Глазовская, 1964). В обоих случаях солнечная радиация является источником энергии.

Если рассматривать комплекс как рукотворный геохимический ландшафт в сравнении с природным, то наблюдается ряд несоответствий в строении и функционировании.

Техника, являющаяся носителем миграционных потоков, будет главным фактором, которой будет определять направления техногенных процессов, а живое вещество и вода, формирующиеся на отвалах – вспомогательными факторами.

Таким образом, ландшафт рудопроявления представляет собой сочетание 2-х комплексов:

1) Техногенного - ведущая роль в котором отведена вывозу веществ (антропогенной миграции)

2) Природно-техногенного - ведущая роль в комплексе отведена естественной миграции, которая обусловлена биологическим круговоротом веществ и их перераспределением.

Стоит отметить, что в геохимическом ландшафте основным источником миграции веществ будет энергия техники.

Загрязнение окружающей среды в результате промышленной деятельности будет отражаться посредством ухудшения комфортности проживания, санитарно-гигиенических условий, и как результат, отрицательно сказываться на состоянии здоровья людей, которые работают и проживают рядом с местом производства работ.

Окись углерода, окислы азота, железосиликатная пыль и другие вещества, попавшие в атмосферу, при длительном воздействии на органы дыхания человека, могут вызвать разнообразные заболевания (гиперплазию), а в последствии и атрофию слизистой, воспаление десен, поражение десен, стоматиты.

Необходимо отметить, что при длительном воздействии такие вещества, как аэрозоли Fe и его оксиды откладываются в легких и могут вызывать сухой плеврит, начальную стадию эмфиземы, бронхиты (Саев, 1990; Горлова, 2001).

Негативное воздействие пылевых частиц на организм человека проявляется в том, что частицы пыли осаждаются в дыхательных путях могут быть причиной заболевания бронхита и силикоза (фиброз легочной ткани – пылевой пневмосклероз).

В начале шестидесятых годов прошлого века масштабное освоение ресурсов железных руд привело к увеличению техногенной нагрузки на окружающую среду и недра. Так, например, для Курской магнитной аномалии как территориальной совокупности промышленных предприятий (добыча,

переработка, потребители) отмечается крупномасштабное воздействие на атмосферу, литосферу, биосферу, гидросферу (Петин, 2010).

В нашем случае, источниками техногенного воздействия на геологическую среду (в т.ч. недра) будет работа промышленных предприятий по добыче, обогащению полезных ископаемых.

Процесс разработки и эксплуатации при добычи твердых полезных ископаемых – это один из главных факторов, который определяет рельефообразование. В процессе эксплуатации могут возникнуть специфические формы – подземные пустоты, проседание земной поверхности, которые ранее не существовали (рисунок 55) (Шайхиев, 2013).



Рисунок 55. Техногенные изменения геологической среды, рельефа при скважинной гидродобычи: 1) Скважинная гидродобыча кварцевых песков; 2) провалы; 3) Закладка провалов в месте отработанных скважин на Тарском месторождении хвостами обогащения; 4) Рекультивация добычного профиля (Кустрье и др., 2006).

Рассмотренные на рисунке 55 процессы не что иное, как естественная реакция природы на вмешательство, именно такую картину мы сможем наблюдать в будущем, при отработке Бакчарского рудопроявления, что несомненно неблагоприятным образом скажется на хозяйственной деятельности и условиях проживания населения района.

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

1. В почве будут фиксироваться тяжелые металлы, существенно ослабляя возможность их попадания в грунтовые воды и растительность.
2. Сохранится в целостности культурный слой почвы (в связи с отсутствием вскрышных пород)
3. При будущей отработке месторождения в затопленной камере – сохранится режим подземных и поверхностных вод;
4. Будут отмечаться изменения биоты, которые станут выявляться за пределами санитарно-защитной зоны горнопромышленного предприятия
5. Ландшафт рудопроявления будет представлять собой сочетание 2х комплексов: 1) Техногенного - ведущая роль в котором отведена вывозу веществ (антропогенной- миграции), 2) Природно-техногенного - ведущая роль в комплексе отведена естественной миграции, которая обусловлена биологическим круговоротом веществ и их перераспределением.
6. Процесс рекультивации при СГД будет заключаться в ликвидации разведочных и добычных скважин, планировке территории и передаче земли.
7. Вопрос вентиляции при разработке рудопроявления полностью снимется.
8. Возможны проседания и провалы земной поверхности.
9. Загрязнение окружающей среды в результате промышленной деятельности будет отражаться посредством ухудшения комфортности проживания, санитарно-гигиенических условий, и как результат, отрицательно сказываться на состоянии здоровья людей, которые работают и проживают рядом с местом производства работ.

10. При попадании в гидрографическую сеть неотстоявшиеся сточные воды приведут к ее заиливанию, что в дальнейшем, при низкой степени дренированности усилит процесс заболачивания земель.

11. В зоне воздействия водопонизительных систем часть рек будут в подвешенном состоянии, а их питание будет производиться посредством сброса дренажных вод, другую часть дренажных вод планируется консервировать в отработанные рудные пласты.

12. Также здесь следует отметить, что одной из проблем метода СГД является утилизация отходов (шламов) гидрообогащения руд. Отмечается, что существует проблема шламов (Нечаев и др., 2009), трудно поддающихся обезвоживанию и непригодных для получения товарной руды (Fe общ. <30-57%). В общей массе добываемой руды шламы составляют 2-5%. Использование шламов, как сырья для производства пигментов, позволит решить задачи: 1) социальные по промышленной утилизации отходов и снижения экологической нагрузки на окружающую среду; 2) экономического повышения потенциала лакокрасочной промышленности и стройиндустрии за счет использования техногенного сырья из отходов горнодобывающего предприятия.

Глава 7. Мониторинг окружающей среды Бакчарского железорудного проявления

При отработке рудопоявления будет формироваться сложная природно-техногенная система. Для выявления перемен, которые станут происходить в окружающей природной среде при разработке железорудного проявления, нужно обозначить зоны эколого-геохимического мониторинга, который включает в себя все природные среды и охватывает как площади ведения работ, так и границы зон воздействия разработки проявления и сопутствующих ей процессов, на состояние недр и компонентов природной среды (Требования..., 2000) (рисунок 56).

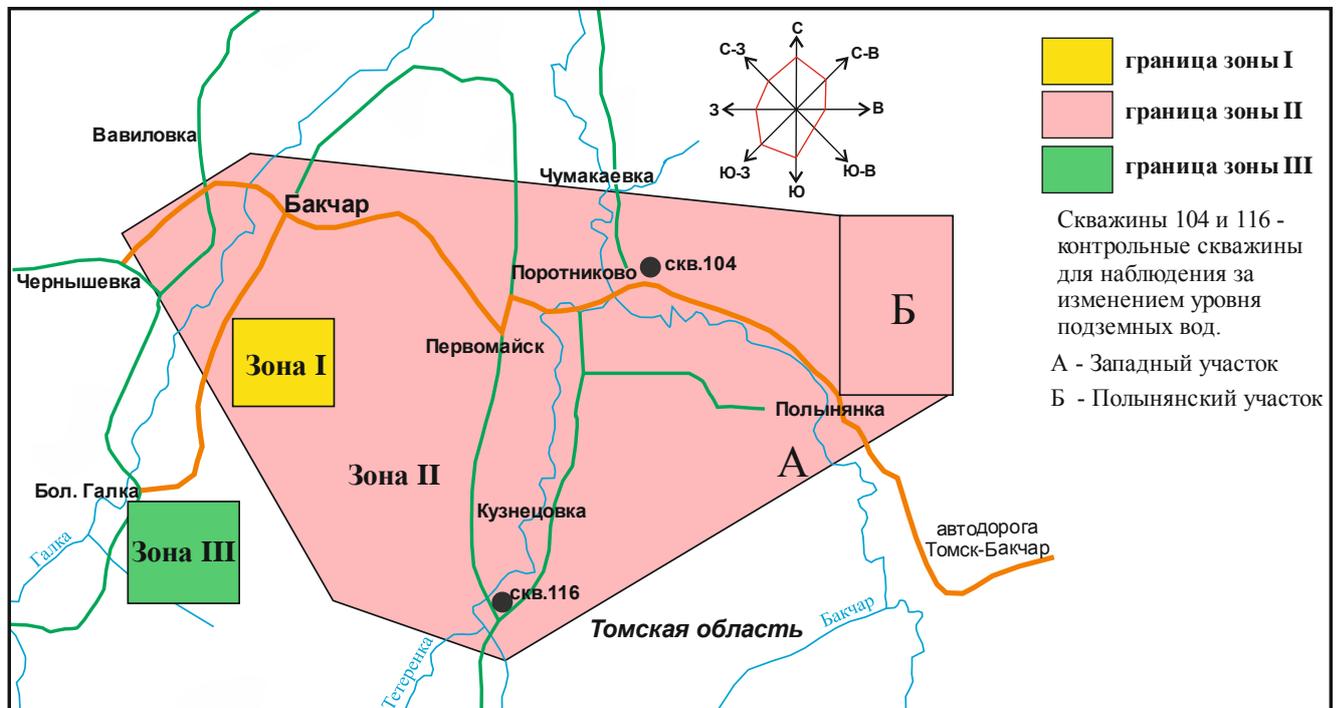


Рисунок 56. Участки геоэкологического мониторинга в различных зонах

Поэтому на площади проведения мониторинга предлагается выделить 3 зоны:

Зона I.

Непосредственно в зоне ведения работ и расположения технологических объектов, оказывающие влияние на недра и на компоненты природной среды.

В нашем случае это участок первоочередной отработки, расположенный к юго-западу от пос. Бакчар. Его координаты: $56^{\circ}59'25''$ с.ш. $82^{\circ}01'45''$ в.д., $56^{\circ}59'25''$ с.ш. $82^{\circ}04'10''$ в.д., $56^{\circ}58'00''$ с.ш. $82^{\circ}01'45''$ в.д., $56^{\circ}58'00''$ с.ш. $82^{\circ}04'10''$ в.д.

Зона II.

Размеры зоны следует принять по распространению геологических процессов под воздействием добычи полезного ископаемого. В нашем случае следует принимать участок, площадь которого больше площади участка первоочередной отработки.

Границы зоны с запада на восток на – от пос. Чернышевка до пос. Полынянка, с юга на север – от скв. № 166 до пос. Чумакаевка.

В границы участка входят участки Восточный (полынянский) и Западный. Его координаты: $56^{\circ}59'25''$ с.ш. $82^{\circ}01'45''$ в.д., $56^{\circ}52'05''$ с.ш. $82^{\circ}15'00''$ в.д., $56^{\circ}58'40''$ с.ш. $82^{\circ}01'45''$ в.д., $57^{\circ}02'35''$ с.ш. $82^{\circ}05'30''$ в.д., $57^{\circ}02'10''$ с.ш. $82^{\circ}10'40''$ в.д.

Зона III.

Контуры и площадь зоны следует принять такими, чтобы при проведении мониторинга мы могли проследить фоновые изменения состояния окружающей природной среды, провести их сравнение с изменениями в зоне - II и определить те, которые обусловлены разработкой проявления и которые определяются другими факторами. С учетом метеоусловий участок предполагается расположить в районе пос. Большая Галка. Эколого-геохимические параметры фонового участка представлены в таблице 30.

Таблица 30. Оценочные геохимические показатели природных сред фонового участка (Зона III) 2009 г (мг/кг; Na, Ca, Fe в мас. %) (Шайхиев и др., 2015)

Элемент	Природные среды					Солевые отложения (накись) ***	Волосы детей ****
	Почва	Донные Отложения	Снеговой Покров	Поверхностные Воды	Подземные воды**		
Na	0,9	0,9	0,6	18,8	--	762	786
Ca	1,9	1,7	0,7	40,46	6,6	22	2087
Fe	3,0	4,2	3,7	0,47	28,6	0,4	99
Sc	13,3	14,9	10,1	0,0013	0,033	0,11	0,03
Zn	--	--	--	0,005	0,44	759	210
Cr	111,2	158,3	147,5	0,002	0,047	2,83	1,9
Br	47,5	8,9	7,5	0,054	0,125	1,73	6,9
Co	16,4	19,9	13,8	0,0007	0,008	19	0,6
As	*	*	15,2	0,0018	0,06	2,77	*
Ag	*	*	*	0,000003	0,00016	0,21	0,43
Rb	75	113	72	0,002	0,014	1,6	4,5
Cs	4,9	6,2	4,5	*	0,0009	0,02	0,06
Sb	1,4	1,1	7,2	0,00006	0,0018	0,9	0,05
Sr	*	*	75	0,42	0,086	1057	10,43
Ba	453	798	630	0,02	0,23	395	13,7
Ta	1,51	1,21	1,1	*	0,0001	0,02	*
Hf	5,9	11,8	4	0,000002	0,0012	0,07	0,05
La	31,9	27,8	53,7	*	0,008	0,38	0,26
Au	*	0,03	0,07	--	*	0,06	0,05
Sm	5,4	5,1	4,6	0,000002	0,002	0,31	0,31
Yb	2,8	2,9	2,5	0,000001	0,0006	2,3	0,014
Ce	63,1	69,4	131,2	0,000001	0,02	1,27	0,08
Eu	1,6	1,4	1,2	--	--	1	*
Tb	0,87	1,21	0,71	0,0000008	0,0002	0,7	
Lu	0,51	0,42	0,33	0,0000006	0,00009	0,4	0,004
U	3,2	3,0	2,8	0,0004	0,001	1,65	0,13
Th	9,0	11,3	7,3	0,000004	0,002	0,11	0,02

Примечание: * – ниже предела обнаружения;

** - скважина номер 3;

*** - Т.А. Монголина (2011);

*** - Д.В. Наркович (2012);

“--“ – не обнаружено;

Пылевая нагрузка - 1,4 мг/(кв.м*сут); МЭД - 10 мкР/ч.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Общие показатели (санитарно - гигиенические, медико – биологические, социально – экономические) территории не превышают их среднеобластных показателей. Район предполагаемой отработки руд можно считать условно мало подверженным техногенному воздействию в сравнении с другими районами области.

2. Комплексное эколого-геохимическое исследование компонентов природных сред позволяет утверждать, что по геохимическим параметрам (пылеаэрозоли, поверхностные и подземные воды, почвы, донные отложения) их значения не превышают аналогичные показатели по Томской области и других районов России, что позволяет отнести изученную часть территории к слабо трансформированному району и принять их за фон на начальном этапе развития ПТС.

3. Рассмотрев метод СГД как один из предполагаемых методов разработки, для контроля за изменениями, которые будут происходить в процессе отработки в окружающей природной среде и их прогнозирования, предложены участки для постоянного геоэкологического и эколого-геохимического мониторинга за состоянием природных сред.

4. Эффективность оценки экологического состояния геологической среды территории Бакчарского железорудного узла на стадии начального техногенеза обеспечивается проведением комплексных эколого-геохимических и геоэкологических исследований с акцентом на природные факторы, типизацией природных и техногенных условий на базе создания карт, отражающих геоэкологическое состояние среды.

Список литературы

Опубликованная

1. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия: учебник / В. А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 626 с.
2. Арбузов, С.И. Редкометалльный потенциал углей Средней Сибири / С.И. Арбузов, Л. П. Рихванов, В. В. Ершов // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – Т. 304. – № 1. – С. 130-147.
3. Арбузов, С.И. Геохимия редких элементов в углях Сибири / С.И. Арбузов, В.В. Ершов. – Томск: Д-Принт, 2007. – 468 с.
4. Аренс, В.Ж. Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых / В. Ж. Аренс, Б. В. Исмагилов, Д. Н. Шпак. – М.: Недра, 1980. – 229 с.
5. Аренс, В.Ж. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых: учебное пособие / В. Ж. Аренс, Н.И. Бабичев и др. – М.: Горная книга, 2007. – 295 с.
6. Аренс, В.Ж. О физико-химической геотехнологии (ФХГ) и проблемах минерально-сырьевого комплекса / В.Ж. Аренс // Вестник Российской академии естественных наук. – М.: 2013. – № 5. – С. 10-25.
7. Асочакова, Е.М. Минералого-геохимические особенности железнакопления в мел-палеогеновых толщах Западной Сибири на примере Бакчарского месторождения: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.05 / Евгения Михайловна Асочакова. – Томск, 2013. – 23 с.
8. Бабин, А.А. Бакчарское железорудное месторождение (геология, закономерности размещения и генезис железных руд): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.11 / Александр Алексеевич Бабин. – Томск, 1969. – 21 с.
9. Бабин, А.А. Геолого-экономическая характеристика Бакчарского и Южно-Колпашевского месторождений / А.А. Бабин // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: СО АН СССР, 1964. – С. 270-298.
10. Бабин, А.А. Бакчарское месторождение оолитовых железных руд / А.А. Бабин // Полезные ископаемые Томской области. – Томск: ТГУ, 1967. – С. 12-34.
11. Бабин, А.А. Предварительные данные по минералогии, химическому составу

- и обогатимости железных руд Колпашевского района / А.А. Бабин, Д.Г. Герасимов, А.М. Кассир // Вестник ЗСГУ. – 1957. – № 1. – С. 49-57.
12. Барановская, Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... д. биол. наук: 03.00.16 / Наталья Владимировна Барановская. – Томск, 2011. – 46 с.
13. Белоус, Н.Х., Некоторые железо-фосфатные образования Западно-Сибирского бассейна и условия их формирования / Н.Х. Белоус, И.В. Николаева // V Труды Института геологии и геофизики. – Новосибирск: СО АН СССР, 1960. – Вып. 4. – С. 36-42.
14. Бронзов, В.Я. Верховые болота Нарымского края (бассейн р.Васюган) / В.Я. Бронзов // Труды научно-исследовательского торфяного института. – 1930. – Вып. 3. – 100 с.
15. Бузулуцков, Ф.С. Литология мезозоя и кайнозоя Западно-Сибирской низменности / Ф.С. Бузулуцков, И.Т. Гурова и др. – М.: Гостоптехиздат, 1957. – 187 с.
16. Буренков, Э.К. Комплексная эколого-геохимическая оценка техногенного загрязнения окружающей природной среды. / Э.К. Буренков, Л.Н. Гинзбург, Н.К. Грибанова. – М.: Изд-во «ПРИМА - ПРЕСС», 1997. – 72 с.
17. Вдовин, В.В. Находки бокситов на северо-западной низменности / В.В. Вдовин // Разведка и охрана недр. – 1959. – № 4. – С. 4-6.
18. Видяйкина, Н.В. Обеспечение экологической безопасности при использовании сельским населением подземных вод для питьевых целей (на примере Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Наталья Викторовна Видяйкина. – Томск, 2010. – 21 с.
19. Воскресенский, С.С. Геоморфология Сибири / С. С. Воскресенский. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1962. – 352 с.
20. Глазовский, Н.Ф. Техногенные потоки веществ в биосфере / Н.Ф. Глазовский // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука,

1982. – С. 7-28.

21. Глазовская, М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов: учебное пособие / М. А. Глазовская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. – 230 с.
22. Горлова, О.Е. Техногенные месторождения полезных ископаемых: учебное пособие / О.Е. Горлова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. – 77 с.
23. Горшков, С.П. Концептуальные основы геоэкологии: учебное пособие / С.П. Горшков. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1998. – 288 с.
24. Горшенин, Н.Е. Исследование и совершенствование технологических процессов крупнообъемного опробования и отработки месторождений твердых полезных ископаемых способом скважинной гидродобычи: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.14 / Николай Евгеньевич Горшенин. – Томск, 2014. – 22 с.
25. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического населения в Томской области в 2014 году» / Н.Г. Пелипенко и др; Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Томской области. – Томск, 2015. – 168 с.
26. Гринев, О.М. Геологическая изученность и проблемы освоения железных руд Бакчарского месторождения / О.М. Гринев // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы предприятий ТЭК Сибири: Материалы междунар. научно-практич. конференции. – Томск: Изд-во ТГУ, 2007. – С. 72-81.
27. Гринёв, О.М. Геолого-геохимические особенности основных типов руд Бакчарского железорудного месторождения / О.М. Гринев, Е.А. Григорьева, Е.А. Булаева, Е.П. Тюменцева // Нефть. Газ. Геология. Экология: современное состояние, проблемы, новейшие разработки, перспективные исследования: Материалы круглых столов. – Томск: Издательство ТПУ. – 2010. – С. 129-149.
28. Даргевич, В.А. Сравнительная количественная оценка перспектив территории Томской области на ильменит-цирконовые россыпи раннеэоценового возраста / В.А. Даргевич // Проблемы геологии, рудогенеза и минерации Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2000. – С. 102-105.

29. Домаренко, В.А. Геоэкологические проблемы при разработке месторождений Западно-Сибирского железорудного бассейна методом подземного выщелачивания / В. А. Домаренко, И. М. Тепляков, В. И. Молчанов // Полезные ископаемые. – 2008. – Т. 1. – С. 612-616.
30. Домаренко, В. А. Гамма-спектрометрические исследования поверхностных отложений нефтегазоносных площадей Западной и Средней Сибири / В.А. Домаренко, И.С. Соболев, Л.П. Рихванов // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2010. – Вып. 12. – С. 120-128.
31. Евсеева, Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы) / Н.С. Евсеева. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с.
32. Елохина, С.Н. Техногенез затопленных рудников Урала: автореф. дис. ... д. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Светлана Николаевна Елохина. – Екатеринбург, 2014. – 43 с.
33. Елпатьевский, П. В. Геохимия миграционных потоков в природных и природно-техногенных геосистемах / П.В. Елпатьевский. – М.: Наука, 1993. – 253 с.
34. Емлин, Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала / Э. Ф. Емлин. – Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1991. – 256 с.
35. Ермохин, А.И. Руководство по оценке загрязнения объектов окружающей среды химическими веществами и методам их контроля: учебное пособие / А. И. Ермохин, Л. П. Рихванов, Е. Г. Язиков. – Томск: Изд-во ТПУ, 1995. – 96 с.
36. Ершов, В.В. Уран и торий в рудах Бакчарского железорудного месторождения / В. В. Ершов, Л.П. Рихванов, А.Я Пшеничкин, С.И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 97-104.
37. Жорняк, Л.В. Редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы в почвенном покрове урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / Л.В. Жорняк, Е.Г. Язиков // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2008. – № 4. – С. 82-84.
38. Жук, Л.И. Картирование элементного состава волос / Л.И. Жук, А.А. Кист //

В кн.: Активационный анализ: методология и применение. – Ташкент: ФАН, 1990. – С. 190-201.

39. Зальцман, И.Г. О железистых породах кайнозоя южной части Западно-Сибирской низменности / И.Г. Зальцман // Вест. ЗСГУ. – 1957. – № 2. – С. 4-9.

40. Здвижков, М.А. Гидрогеохимия Васюганского болотного массива: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.07 / Михаил Александрович Здвижков. – Томск, 2005. – 23 с.

41. Иванов, К.В. О керчените из верхнемеловых отложений р. Вах / К.В. Иванов, Ю.П. Казанский, С.Б. Шацкий // Записки ВМО. – 1958. – № 6. – С. 701-704.

42. Казанский, Ю.П. О составе верхнемеловых осадочных железных руд Томской области / Ю.П. Казанский // Известия Томского ордена Красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. – Томск, 1960 – Т. 92. – С. 158-166.

43. Казанский, Ю.П. О фациальной природе верхнемеловых железных руд восточной части Западно-Сибирской низменности / Ю.П. Казанский // Известия высш. учебных заведений. Геология и разведка. – 1959. – № 5. – С. 8-16.

44. Казанский, Ю.П. Минералы и минеральные компоненты бассейна / Ю.П. Казанский, И.В. Николаева, Н.Х. Белоус // Западно - Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964. – С. 69-88.

45. Казаринов, В.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири / В.П. Казаринов. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 324 с.

46. Казаринов, В.П. Западно-Сибирская низменность - новая рудная провинция Советского Союза / В.П. Казаринов // Советская геология. – 1960. – № 2. – С. 3-16

47. Калугин, А.С. Новые данные по железорудным месторождениям Западной Сибири / А.С. Калугин // Вестник ЗСГУ. – 1957. – № 1. – С. 3-9

48. Калугин, А.С. Итоги работ по железным рудам Западной Сибири и 40-летию Октябрьской революции / А.С. Калугин, А.С. Мухин // Вестник ЗСГУ. – 1957. – № 2. – С. 5-12.

49. Калугин, А.С. Железорудные месторождения Сибири / А.С. Калугин, Т.С. Калугина, В.И. Иванов. – Н.: Наука, 1981. – 238 с.

50. Карепина, К.В. Редкие и радиоактивные элементы в железных рудах Западно-Сибирского железорудного пояса на примере Бакчарского узла (Томская область) / К.В. Карепина, В.А. Домаренко, Л.П. Рихванов // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 5(6). – С. 29–35.
51. Камнева, О. А. Многолетние изменения гидрогеологических условий Среднеобского бассейна: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.07 / Оксана Александровна Камнева. – Томск, 2012. – 19 с.
52. Кист, А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии / А.А. Кист. – Ташкент: ФАН, 1987. – 213 с.
53. Кирюхин, В.А. Гидрогеохимия / В.А. Кирюхин, А.И. Коротков, С.Л. Щварцев. – М.: Недра, 1993. – 384 с.
54. Книпович, Ю.Н. Анализ минерального сырья / Ю.Н. Книпович, Ю.В. Морачевский. – Л.: Госхимиздат, 1959. – 143 с.
55. Князев, Г.Б. Формация осадочных железных руд и место в ее составе железных руд Западно-Сибирского бассейна / Г.Б. Князев // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири: Материалы межрегиональной научно-практической конференции и Круглых столов. – Томск: ЦНТИ, 2009. – С. 180-187.
56. Конторович, А.Э. Геология и полезные ископаемые России / А.Э. Конторович, В.С. Сурков. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – Т. 2. – 258 с.
57. Кондаков, А.Н. Фациально-геохимические особенности и механизм оолитообразования осадочных железных руд Бакчарского месторождения: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.11 / Александр Николаевич Кондаков. – Томск, 1967. – 22 с.
58. Копысов, С.Г. Параметры экологически допустимой разработки Бакчарского железорудного месторождения / С.Г. Копысов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – Томск, 2011. – № 5. – С. 420-425.
59. Кузькин, В.И. Методические рекомендации «Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации месторождений» / В.И. Кузькин. – М.: РИЦ ВИМС, 2002. – 119 с

60. Кустрье, Л.А. Опыт проведения рекультивационных работ при разработке Тарского циркее-ильменитового месторождения методом СГД / Л.А. Кустрье, А.П. Янцшенко // Материалы V международной конференции – М.: РУДН, 2006. – С. 62-67.
61. Кучин, М.И. Подземные воды Обь-Иртышского бассейна (в границах Новосибирской области, Алтайского края и Омской области) / М.И. Кучин. – М.: Гостоптехиздат, 1940. – 306 с.
62. Лепокурова, О.Е. Геохимия подземных вод района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) / О.Е. Лепокурова, И.С. Иванова // Вестник ТГУ. – 2011. – № 353. – С. 212-216.
63. Льготин, В.А. Многолетняя изменчивость химического состава подземных вод Томской области / В.А. Льготин, О.Г. Савичев, Ю.В. Макушин, О.А. Камнева // География и природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 74-79.
64. Мазуров, А.К. Перспективы освоения Бакчарского железорудного месторождения, Томская область / А.К. Мазуров, Г.Ю. Боярко, В.Г. Емешев, А.В. Комаров // Руды и металлы. – 2006. – № 2. – С. 64-70.
65. Макушин, Ю.В. Закономерности и особенности распределения химического состава подземных вод неоген-четвертичных отложений на территории Томской области / Ю.В. Макушин, В.П. Шинкаренко, О.Г. Савичев // Труды Томских ученых по системам водоснабжения. – Томск: Цхай и Ко, 2005. – С. 260-265.
66. Мананков, А. В. Геологическая среда и техносфера: квантовые процессы и жизнь. Самоорганизация / А. В. Мананков. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2012. – 416 с.
67. Машковцев, Г.А. Перспективы применения в России геотехнологических способов добычи твердых полезных ископаемых / Г.А. Машковцев, Л.П. Тигунов, Л.З. Быховский // Вестник Российской академии естественных наук. – 2013. – № 5. – С. 26-21.
68. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М.: МЗ СССР, 1987. – 25 с.
69. Миртов, Ю.В. Парбигит – новый минерал из группы коллинсита / Ю.В. Миртов, Б.Н. Васильев // Вестник Зап.-Сиб. и Новосибирского геол. управл. –

1958. – Вып. 1. – С. 72-75.

70. Мильков, Ф.Н. Общее землеведение: учеб. для студ. географ. спец. вузов / Ф.Н. Мильков. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.

71. Монголина, Т.А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Татьяна Владимировна Монголина. – Томск, 2011. – 21 с.

72. Нагорский, М.П. Западно-Сибирский железорудный бассейн / М.П. Нагорский // Советская геология. – 1958. – № 9. – С. 43-46.

73. Нагорский, М.П. Железоносные горизонты верхнемеловых отложений морских отложений Томской области / М.П. Нагорский, Ю.П. Зайченко // Вест. ЗСГУ. – 1957. – Вып. 1. – С. 20-26.

74. Назаров, А.Д. Подземные воды и их использование / А.Д. Назаров, С.Л. Шварцев // Природные ресурсы Томской области. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отделение, 1991. – 440 с.

75. Наркович, Д.В. Ртуть в волосах детей Томской области / Д.В. Наркович, Н.В. Барановская, Н.П. Корогод // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Материалы Международного симпозиума. – М.: ГЕОХИ РАН, 2010. – С. 330-333.

76. Наркович, Д.В. Элементный состав волос детей как индикатор природно-техногенной обстановки территории (на примере Томской области): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Дина Владимировна Наркович. – Томск, 2012. – 21 с.

77. Нечаев, А.Ф. Промышленная утилизация отходов скважинной гидродобычи (СГД) железных руд для стройиндустрии / А.Ф. Нечаев, Т.П. Стрельцова // Маркшейдерский вестник. – 2009. – № 3. – С. 55-57.

78. Николаева, И.В. Бакcharское месторождение оолитовых железных руд / И.В. Николаева. – Новосибирск: АН СССР, 1967. – 129 с.

79. Орлов, В.П. Железорудная база России / В.П. Орлов, М.И. Веригин, Н.И. Голибкин. – М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1998. – 842 с.

80. Паровинчак, М. С. Потенциал и перспективы освоения неуглеводородных

минерально-сырьевых ресурсов Томского приобья / М. С. Паровинчак, О. М. Гринев, Л. П. Рихванов // Материалы Международной научно-технической конференции "Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства". – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 279-285.

81. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта: учебное пособие / А.И. Перельман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.

82. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1975. – 531 с.

83. Петин, А.Н. Рациональное недропользование в железорудной провинции Курской магнитной аномалии (Проблемы и пути их решения): автореф. дис. ... д. географ. наук: 25.00.36 / Александр Николаевич Петин. – Астрахань, 2010. – 47 с.

84. Петрова, И.Г. Оценка экологического состояния геологической среды Собско-Райизской площади Полярного Урала на ранней стадии урбанизации: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Ирина Геннадьевна Петрова. – Екатеринбург, 2004. – 17 с.

85. Петросян, В.С. Загрязнение биосферы приоритетными токсикантами и его влияние на здоровье населения / В.С. Петросян, И.А. Аверочкина // Вестник Российской академии естественных наук. – 2013. – № 5. – С. 116-123.

86. Плотников, Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий / Н.И. Плотников. – М.: Недра, 1989. – 268 с.

87. Почечун, В.А. Региональный геоэкологический анализ природно-техногенной геосистемы горно-металлургического комплекса Среднего Урала: автореф. дис. ... д. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Виктория Александровна Почечун. – Томск, 2014 – 48 с.

88. Протодьяконов, М.М. Опыт определения твердости и абразивности горных пород: инструкция / М. М. Протодьяконов, В. И. Карпов, В. Л. Долгов. – Москва: АН СССР, 1965. – 24 с.

89. Рассказов, Н.М. Геохимические особенности Большого Васюганского болота / Н.М. Рассказов, В.К. Бернатонис, В.С, Архипов, Н.О. Тихомирова // Материалы международной научно-технической конференции «Горно-геологическое

образование в Сибири. 100 лет на службе науке и производству». – Томск: ТПУ, 2001. – С. 312-315.

90. Рихванов, Л.П., Радиоактивные элементы в углях / Л.П. Рихванов, С.И. Арбузов, В.В. Ершов, А.А. Поцелуев // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы Междунар. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С. 104-109.

91. Рихванов, Л.П. Общие и региональные проблемы радиозэкологии / Л.П. Рихванов. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.

92. Рихванов, Л.П. Эколого – геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, Ю.И. Сухих, Н.В. Барановская. – Томск: ТПУ, 2006. – 216 с.

93. Рихванов, Л.П. Состояние компонентов природной среды Томской области по данным эколого-геохимического мониторинга и здоровье населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Языков, Н.В. Барановская, Л.В. Жорняк // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 1. – С. 29-37.

94. Россман, Г.И. Экологическая оценка рудных месторождений (методические рекомендации) / Г.И. Россман, Н.В. Петров, Б.Г. Самсонов. – Москва: ВИМС, 2000. – № 9. – 150 с.

95. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.

96. Савичев, О.Г. Прогноз изменения макрокомпонентного состава болотных вод при добыче железных руд в Томской области / О.Г. Савичев, А.К. Мазуров, Н.В. Гусева, В.А. Домаренко, А.А. Хвощевская // География и природные ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 94-102.

97. Савичев, О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование / О.Г. Савичев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 170 с.

98. Савичев, О.Г. Водные ресурсы Томской области: Монография / О.Г. Савичев. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 248 с.

99. Савичев, О.Г. Пространственные изменения химического состава донных отложений рек Томской области / О.Г. Савичев, В.А. Лыготин // География и

природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 46-51.

100. Савичев, О. Г. Химический состав природных вод болотных ландшафтов с разной степенью антропогенной нагрузки / О.Г. Савичев, В.А. Базанов, М.А. Здвижков // Материалы научной конференции «Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири». – Томск, 2003. – С. 274-276.

101. Савичев, О.Г. Оценка допустимого воздействия на водные объекты при разработке осадочных железных руд Бакчарского рудного узла (Томская область) / О.Г. Савичев, В.А. Домаренко, А.К. Мазуров // Геоинформатика. – 2014. – № 3. – С. 56-63.

102. Саэт, Ю.Е. Методические рекомендации, по геохимической оценке, загрязнения территории городов химическими элементами / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

103. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 336 с.

104. Сакс, В.Н. О развитии рельефа Сибири на протяжении мезозойской эры / В.Н. Сакс, З.З. Ронкина // Геология и геофизика. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. – № 1. – С. 58-73.

105. Сергеев, Е.М., Влияние человека на литосферу в процессе инженерно-хозяйственной деятельности / Е.М. Сергеев, В.Т. Трофимов // Сборник научных трудов «Теоретические основы инженерной геологии. Социальные аспекты». – М.: Недра, 1985. – С. 14-27.

106. Смирнов, В.И. Рудные месторождения СССР / В. И. Смирнов. – М.: Недра, 1978. – Т. 2. – 399 с.

107. Смыслов, А.А. Уран и торий в земной коре / А. А. Смыслов. – Л.: Недра, 1974. – 232 с.

108. Смыслов, А.А. Принципы и методика геохимических исследований при прогнозировании и поисках рудных месторождений. Методические указания / А.А. Смыслов и др. – Л.: Недра, 1979. – 248 с.

109. Собакин, П.И. Подвижность естественных радионуклидов и их поступление в растения в условиях техногенного ландшафта / П.И. Собакин, И.В. Молчанова // Экология. – 1996. – № 1. – С. 30-32.
110. Сочава, В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – М.: Мысль, 1975. – 288 с.
111. Таловская, А.В. Геоэкологическая оценка территории Томск – Северской промышленной агломерации по результатам изучения пылеаэрозольных выпадений / А.В. Таловская // Записки горного института. Полезные ископаемые России и их освоение. – 2006. – Т. 167. – Ч. 2. – С. 128-131.
112. Тейлор, С.Р. Континентальная кора, ее состав и эволюция / С.Р. Тейлор, С.М. Мак-Леннан. – М.: Мир, 1988. – 379 с.
113. Тепляков, И. М. Геотехнологические методы разработки железорудных месторождений Западно-Сибирского бассейна / И. М. Тепляков, В. А. Домаренко, В. И. Молчанов // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГИМС, 2001. – Вып. 2. – С. 169-175.
114. Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых / М.В. Кочетков и др. – М.: МПР России, 2000. – 30 с.
115. Удачин, В. Н. Экогеохимия горнопромышленного техногенеза южного Урала: автореф. дис. ... д. геол.-мин. наук: 25.00.09 / Удачин Валерий Николаевич. – Томск, 2012. – 44 с.
116. Уфимцева, К.А. Почвы южной части таежной зоны Западно-Сибирской равнины / К.А. Уфимцева. – М.: Колос, 1974. – 202 с.
117. Ферсман, А.Е. Геохимия / А.Е. Ферсман. – Л.: Госхимиздат, 1934. – Т. II. – 332 с.
118. Хрулев, А.С. Скважинная гидротехнология – проблемы и решения / А.С. Хрулев // Вестник Российской академии естественных наук. – М.: 2013. – № 5. – С. 51-54.
119. Черняев, Е. В. Твердые полезные ископаемые Томской области / Е. В. Черняев, В. К. Бернатонис, Г. Ю. Боярко // Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 361-368.

120. Шайхиев, И.Р. Экологические проблемы при разработке месторождений Западно – Сибирского железорудного бассейна / И.Р. Шайхиев // Проблемы геологии и освоения недр: Труды IX Международного симпозиума студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 659-661.
121. Шайхиев, И.Р. Опережающие геоэкологические исследования в районе Бакчарского железорудного месторождения / И.Р. Шайхиев // Форум «Нефть. Газ. Геология: Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири». – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 330-336.
122. Шайхиев, И.Р. Геоэкологические исследования в районе Бакчарского железорудного месторождения / И.Р. Шайхиев // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XII Международного симпозиума студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – С. 729-733.
123. Шайхиев, И.Р. Геоэкологическая характеристика природных сред Бакчарского железорудного месторождения / И.Р. Шайхиев // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XII Международного симпозиума студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – С. 756-758.
124. Шайхиев, И.Р. Геоэкологические проблемы освоения Бакчарского железорудного месторождения методом СГД / И.Р. Шайхиев // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Т. 322. – № 1. – С. 152-157.
125. Шайхиев, И.Р. Эколого-геохимические исследования природных сред района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) / И.Р. Шайхиев, Л.П. Рихванов // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 326. – № 5. – С. 62-78.
126. Шайхиев, И.Р. Геоэкологический мониторинг природных сред района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) / И.Р. Шайхиев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www/science-education.ru/125-19954>.

127. Шайхиев, И.Р. Оценка эколого-геохимического состояния природных сред Бакчарского района на начальной стадии формирования природно-техногенной системы / И.Р. Шайхиев // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XII Международного симпозиума студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Т. 1. – С. 658-660.
128. Шатилов, А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Алексей Юрьевич Шатилов. – Томск, 2001. – 23 с.
129. Шахов, Ф.Н. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Ф.Н. Шахов. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964. – 448 с.
130. Шацкий, С.Б. Железоносные верхнемеловые отложения восточной части Западно-Сибирской низменности / С.Б. Шацкий // Вестник Зап.- Сиб.Геол.Упр. – 1957. – Вып. 1. – С. 12-20.
131. Шварцев, С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев. – М.: Недра, 1978. – 278 с.
132. Шор, Г.М. Нетрадиционное водородное оруденение металлов платиновой группы в чехле Западно-Сибирской платформы / Г. М. Шор, Э. А. Ланда, Л. Г. Гусинова и др. // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI в. – М.: Геоинформмарк, 1999. – Т. 3, кн. 1, 2. – С. 345-352.
133. Шумилова, Е.В. Материалы по минералогии мезозойских и кайнозойских отложений северо-восточной окраины Западно-Сибирской низменности / Е.В. Шумилова. – Новосибирск: Изв. СО АН СССР, 1958. – № 5. – С. 9-17.
134. Экологический мониторинг: доклад о состоянии окружающей природной среды Томской области в 1997 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: О.Г. Нехорошев, Д.В. Волостнов; Государственный комитет по охране окружающей среды Томской области. – Томск: Графика, 1998. – 258 с.
135. Экологический мониторинг: доклад о состоянии окружающей среды Томской области в 2005 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: О.Г.

Нехорошев, Д.В. Волостнов; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Администрации Том. обл., ОГБУ «Облкомприрода» Администрации Том.обл., – Томск: Графика, 2006. – 148 с.

136. Экологический мониторинг: доклад о состоянии окружающей среды Томской области в 2011 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, А.В. Дмитриев, Ю.В. Лунева; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Том.обл., ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Графика, 2012. – 166 с.

137. Экологический мониторинг: доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году» / Авторы: Гл. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю. В. Лунёва, Н.А. Чатурова, В.А. Коняшкин; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2015 – 156 с.

138. Язиков, Е.Г. Солевые образования – индикатор загрязнения среды при геохимическом мониторинге / Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде. – Семипалатинск: Семипалатинский ГУ, 2002. – Т. 2. – С. 426-432.

139. Язиков, Е.Г. Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 276 с.

140. Язиков, Е.Г. Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге / Е.Г. Язиков, Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская // Известия вузов. Геология и разведка. – М., 2004. – № 1. – С. 67-69.

141. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: автореф. дис. ... д. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Язиков Егор Григорьевич. – Томск, 2006. – 47 с.

142. Янин, Е.П. Техногенные речные илы в зоне влияния промышленного города (формирование, состав, геохимические особенности) / Е.П. Янин. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 100 с.

143. Bowen, N.J.M. Trace elements in biochemistry / N.J.M. Bowen. – London, New York: Academic Press. – 1966. – 248 p.

Нормативная

144. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 1984. – 4 с.
145. ГОСТ 29269-91. Почва. Общие требования к проведению анализов проб почвы. – М.: Стандартиформ, 1993. – 4 с.
146. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартиформ, 1986. – 7 с.
147. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартиформ, 1989. – 7 с.
148. ГОСТ 17.1.5.05–80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Стандартиформ, 1985. – 12 с.
149. ГОСТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 1984. – 45 с.
150. ГОСТ 17.1.5.01–80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Стандартиформ, 1984. – 7 с.
151. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт, 2000. – 11 с.
152. ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Стандартиформ, 2008. – 4 с.
153. РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: Росгидромет, 1991. – 1360 с.

Фондовая литература

154. Бабин, А.А. Отчет Бакчарской партии о результатах поисковых работ в юго-восточной части Западно - Сибирского железорудного бассейна за 1957-1958 гг / А.А. Бабин, А.С. Донченко. – Томск, 1959. – Том 1. – 134 с.
155. Геолого-гидрологическое строение и полезные ископаемые листа 0-44-

- XXIX: окончательный отчет Бакчарской геолого-съемочной партии по работам за 1962-1964 гг / А. А. Бабин и др. – Томск, 1964. – 112 с.
156. Материалы к изучению Западно-Сибирского железорудного бассейна: отчет по результатам работ Шегарской и Томской опробовательских партий за 1957-1958 гг / А.П. Бердников, Е.Я Горюхин. – Томск, 1958. – 129 с.
157. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Среднего Приобья и районирование для целей мелиорации: отчет Обской партии по групповой съемке масштаба 1:200 000 1974-1979 гг / А.В. Кривенцов, Т.Г. Кривенцова, Н.Н. Винниченко и др. – Томск, 1979. – 104 с.
158. Оценка Бакчарского железорудного месторождения для отработки методом СГД: отчет по госконтракту № ТВ-04-04-2006 / М.С. Паровинчак и др. – Томск: ООО «НПО ТомГДК РУДА», 2009. – Т. 1. – 152 с.
159. Разработка методики гидрогеологических и гидрогеохимических исследований на различных стадиях разведки торфяных месторождений Западной Сибири: отчет о НИР / Н.М. Рассказов и др. – Томск, 1968. – 116 с.
160. Скогорева, А.С. Результаты предварительной разведки подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения сс. Бакчар и Поротниково / А.С. Скогорева, Ф.П. Осипов. – Томск, 1977. – 86 с.