

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт наук о Земле  
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
Заведующий кафедрой  
Доктор биологических наук  
\_\_\_\_\_ А.В. Синдирева  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
магистерская диссертация

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА  
ТЕРРИТОРИИ СУРГУТСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу  
студентка 2 курса  
очной формы обучения

Топтыгина Марина  
Николаевна

Научный руководитель  
к. г. н., доцент

Москвина Наталья  
Николаевна

Рецензент  
к. физ-мат. н., ведущий инженер  
отдела информатизации отделения  
по Тюменской области уральского  
главного управления ЦБ РФ

Добряков  
Андрей Борисович

Тюмень  
2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУРГУТСКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	7
1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.....	7
1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕЛЬЕФ.....	8
1.3. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	9
1.4. ГИДРОГРАФИЯ.....	10
1.5. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ. ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	11
ГЛАВА 2. ЛОКАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ .....	15
2.1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА .....	15
ГЛАВА 3. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ .....	30
3.1. ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ В ГРАНИЦАХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕДР (2006-2012, 2015, 2016 гг.) .....	30
3.2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБОРОК.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 .....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 .....	78

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АЭС – атомные электростанции;

БГД – база геоданных;

БД – база данных;

ДНС – дожимная насосная станция;

КБД – картографическая база данных;

ЛЭМ – локальный экологический мониторинг;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДКр.х. – предельно допустимая концентрация вод  
рыбохозяйственного назначения;

СУБД – система управления базами данных;

ТМ – тяжелые металлы;

ТЭС – тепловые электростанции;

SQL (Structured Query Language) – запросы для извлечения  
пространственных объектов из базы данных.

## ВВЕДЕНИЕ

Сургутское полесье – это заболоченная территория, расположенная в центральной части Ханты-Мансийского автономного округа Югры, где ведется активная разработка углеводородных месторождений.

В настоящее время наблюдается активный процесс загрязнения снежного покрова территорий не только естественным, но и антропогенным фактором. Снег, благодаря высокой сорбционной способности, в течение всего зимнего периода накапливает практически все вещества, поступающие в атмосферу. Снежный покров способен аккумулировать в себе загрязняющие вещества и может явиться основой для оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха.

Основными источниками загрязнения территории нефтяными углеводородами, фенолами, хлоридами, тяжелыми металлами (ТМ) являются геологоразведочные работы, обустройство промысла, шламовые амбары и сброс пластовых вод при технологических операциях на скважинах. Большая часть ТМ, присутствующих в выбросах, относится к первому и второму классам опасности. Они оказывают отрицательное воздействие на физиологические функции организмов, состояние жизнеобеспечивающих природных сред. Также, ТМ обладают высокой аккумулятивной способностью, трудно выводимы из организма и окружающей среды.

Поэтому изучение снежного покрова занимает значительное место, которое позволяет оценить масштабы загрязнения окружающей среды. А также дать прогнозирование экологической ситуации на последующие периоды.

Актуальность работы заключается в применении глубокой статистической обработке, которая позволяет сделать точные выводы об экологическом состоянии района, и при отсутствии экологических нормативов позволяет выделить градации, которые не заменят этот норматив, но могут выступить ориентировочным показателем.

Объектом изучения в данной работе выступает снежный покров территории Сургутского полесья. Предметом исследования является геоэкологическая оценка снежного покрова территории Сургутского полесья. Научная новизна работы заключается в том, что впервые проведена углубленная статистическая обработка данных за многолетний период для данной территории и получены коэффициенты, которые можно использовать для геоэкологической оценки.

Цель работы: геоэкологическая оценка состояния снежного покрова на территории Сургутского полесья на основе интерпретации результатов локального экологического мониторинга за многолетний период времени.

С целью достижения поставленной цели в ходе выполнения работы были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать физико-географические условия района проведения работ;
2. Разобрать методику проведения локального экологического мониторинга и ознакомиться с проведением экологического мониторинга снежного покрова;
3. Проанализировать методы статистической обработки информации и выбрать наиболее подходящие для нашей работы;
4. Провести описательную статистическую обработку территории Сургутского полесья по фоновым, контрольным, подфакельным показателям и по всему массиву в целом;
5. Выделить градации, которые могут выступить ориентировочным показателем, превышения содержания загрязняющих веществ на нормальном (фоновым) состоянием.

Защищаемые положения сформулированы следующим образом:

1. Углубленная статистическая обработка данных за многолетний период является инструментом, позволяющим получить точную характеристику экологического состояния территории даже при отсутствии экологических нормативов.

2. При анализе полученных статистических выборок, можно выявить показатели, позволяющие сделать градации, используемые как временные экологические нормативы.

3. Совместное использование статистического и картографического методов дают достаточно точное и полное представление для описания и характеристики территории.

В рамках выполнения работы были привлечены следующие методы: литературный обзор ранее проведенных научных работ, описательный, статистические метод, сравнительный, картографический.

В работу включается введение, три главы, заключение, библиографический справочник и приложения. Общее количество страниц без приложений – 69 страниц.

# ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУРГУТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

## 1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Рассматриваемая территория располагается в центральной части Западно-Сибирской равнины на правом берегу в среднем течении р. Обь. Общая площадь района исследований составляет около 59 тыс.км<sup>2</sup> и ограничена координатами 61-63° с.ш., 70-77° в.д. (протяженность с севера на юг составляет 195 км, с запада на восток 380 км). Центром его можно считать озеро Пильтанлор. Район представляет собой пониженную равнину с абсолютными отметками 60-80 м над уровнем моря и полностью располагается в таежной зоне.

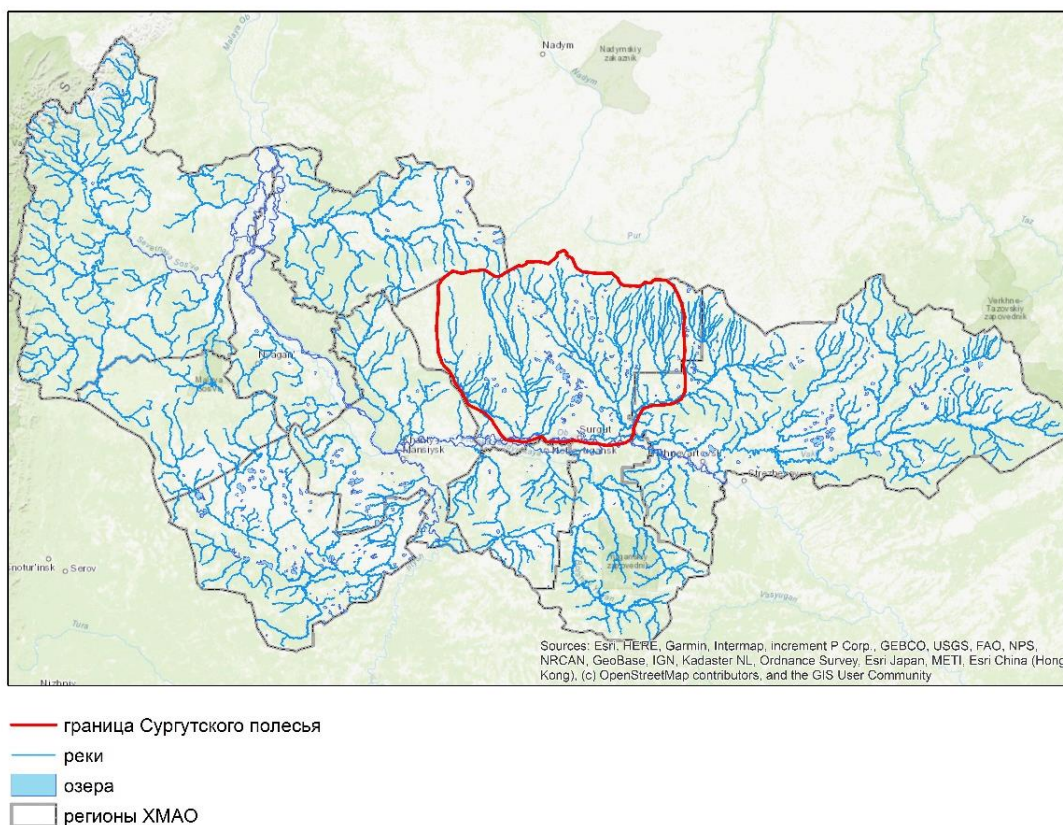


Рис. 1. Карта- схема территории Сургутского полесья  
(сделано автором)

## 1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕЛЬЕФ

По геологическому строению Сургутское полесье располагается на Западно-Сибирской эпипалеозойской плите, фундамент которой сложен докембрийскими и палеозойскими породами. Платформенный чехол мощностью местами до 3-4 км сложен в основном юрскими и меловыми отложениями, содержащими промышленные многопластовые месторождения нефти, сменяющимися выше палеогеновыми отложениями.

Территория представляет собой обширную озерно-аллювиальную равнину, сложенную аллювиальными и озерно-аллювиальными разнотерристыми песками с прослоями глинистого песка и суглинков верхнеплейстоценового возраста, перекрытыми торфами [Волков, 1987].

В геоморфологическом отношении Сургутское полесье представляет собой низкую равнину, которая, отличается молодым рельефом аккумулятивного происхождения. Её поверхность слабо расчленена, сложена рыхлыми наносами, слабо дренируется, уровень грунтовых вод (УГВ) лежит близко к поверхности. Высоты не превышают 50-80 м.

Плоские низменные аллювиальные и озерно-аллювиальные сильно увлажненные равнины с вторичным эоловым микро- и мезорельефом соответствуют району новейших опусканий и характеризуются слабо врезанной речной сетью и широким развитием процесса болотообразования. Среди болот, находится большое количество озер, большинство которых не имеет видимого стока. Озера встречаются как на водоразделах, так и в долинах крупных рек. Преобладают формы флювиального и реликтового криогенного рельефа – долины свободно меандрирующих рек и озерные котловины [Лезин В.А., Тюлькова Л.А., 1994].



### 1.3. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Климат территории типично континентальный, формирующийся под воздействием холодных арктических масс воздуха: продолжительная холодная зима, короткое тёплое лето с резкими колебаниями суточных температур. Продолжительность вегетационного периода в среднем 135-140 дней. Климат, характеризуется быстрой сменой погодных условий. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно теплое, переходные сезоны (весна, осень) с поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Средняя температура января от  $-18^{\circ}$  до  $-24^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный минимум температуры воздуха для округа находится в пределах от  $-48^{\circ}$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ . До середины июня нередко заморозки. Самый теплый месяц июль, средняя температура от  $+15,7^{\circ}$  до  $+18,4^{\circ}\text{C}$  градусов по Цельсию. Абсолютный максимум температуры воздуха на территории округа составляет  $+34^{\circ}+37^{\circ}\text{C}$  [Лезин В.А., Тюлькова Л.А., 1994].

Территория Сургутского Полесья входит в пределы холодного гидротермического пояса избыточного увлажнения. Она характеризуется умеренной теплообеспеченностью (средняя годовая температура  $-4^{\circ}\text{C}$ ) и максимальной для пояса влагообеспеченностью (среднее годовое количество осадков 600-650 мм, максимальное их количество выпадает в июле и августе). Количество осадков намного превышает величину испарения, что создает благоприятные условия для заболачивания территории [Квавцов И.В., Лапшина Е.Д., 2011].

В зимнее время преобладают юго-западные ветры, летом – северные и северо-западные. Средняя годовая скорость ветра 2-5 м/с., средние месячные скорости изменяются в пределах 1,8-5,9 м/с. Наименьшие скорости отмечаются в июле-августе, а также в середине зимы.

Устойчивый снежный покров устанавливается во второй декаде октября и держится до последней декады апреля. Глубина промерзания почвы 117 см [Лезин В.А., Тюлькова Л.А., 1994].

#### 1.4. ГИДРОГРАФИЯ

Речная сеть сильно развита и представлена правыми притоками Оби – реками Лямин, Пим, Тромъеган, которые в свою очередь древовидно разветвляются, вбирая в себя многочисленные притоки, текущие, главным образом, с севера на юг. Однако слабый врез долинной сети (до 15 м) рек Тромъеган, Аган, Пим, Лямин и их притоков с незначительными уклонами не обеспечивает дренирование территории, что определяет наивысшие показатели заболоченности (до 80%) и заозеренности (до 20%).

На территории выделяют сменяющие друг друга с запада на восток Ляминский, Пимский и Тромъеган-Аганский озерные бассейны. В озерных бассейнах заболоченность достигает 60-80%, озерность – изменяется от 16 до 21,4%.

Абсолютное большинство озер (96%) находится на болотах и заболоченных землях. Озера отличаются малыми глубинами и площадями до 1,0 км<sup>2</sup>. Общее количество озер с площадью более 10 км<sup>2</sup> составляет около 80.

Мелкие озера являются составной частью грядово-озерковых и грядово-мочажинно-озерковых болотных комплексов (типов микроландшафтов). Берега таких озер, как правило, торфяные низкие, возвышаются над урезом воды на 0,2-0,5 м. Дно таких водоемов обычно ровное, со слабым понижением к центральной части. Малая мощность донных отложений свидетельствует о молодом возрасте озер. Под дном озер залегают верховые сфагновые торфа, толщина которых составляет несколько метров (1,5-2,5 м редко несколько более), а средние глубины озер – 1,5-2,0 м [Квавцов И.В., Лапшина Е.Д., 2011]. Средние и крупные внутриболотные озера, как правило, связаны между собой ручьями и протоками, образуя сложную по строению озерно-речную сеть. Дно

крупных озер ровное, со слабым понижением к центральной части, сложенное преимущественно минеральными грунтами (пески, супеси, суглинки). У некоторых крупных озер отмечаются обрывистые берега высотой до 1,5 м [Лезин В.А., Тюлькова Л.А., 1994].

### 1.5. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ. ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Территория расположена в лесной зоне, в пределах среднетаежной подзоны, характеризующаяся большим своеобразием почвенно-растительного покрова.

Отличительной способностью почвенного покрова является широкое распространение полуболотных и болотных почв, которые занимают, в зависимости от местоположения, от 50-60 до 80-90% площади и приурочены к плоским заболоченным пространствам. К наиболее дренированным приречным участкам приурочены автоморфные подзолистые почвы. Подзолистые песчаные почвы развиваются под светлохвойной тайгой на дренируемых приречных участках и междуречьях.

Растительный покров представлен лесами и болотами. Леса развиты на повышениях, увалах, гривах, выровненных хорошо дренированных участках, с глеево-подзолистыми почвами. В таких условиях формируются сосновые беломошные, бруснично-беломошные и беспокровные леса, редкостойные лиственничные или елово-кедровые с лиственницей лишайниковые леса. В кустарничковом ярусе встречается брусника, вереск, в наземном покрове господствуют лишайники. На пониженных участках, недостаточно дренированных, широко распространены лиственнично-елово-кедровые, долгомошные и сфагновые леса. На подзолисто-болотных и торфяно-болотных почвах, формирующихся в условиях плохого дренажа, произрастают сосновые сфагновые леса. Обширные болотные массивы заняты растительностью верховых болот [Квавцов И.В., Лапшина Е.Д., 2011].

По геоботаническому районированию Сургутское полесье находится в лесной зоне подзоны средней тайги Тромъеганского округа сфагновых грядово- и озерково-мочажинных болот и приречных сосновых лишайниковых и зеленомошных лесов [Шумилова, 1971]. Е.А. Романова [1971] не выделяет болота возле Сургута в особую зону, и они попадают в зону выпуклых грядово-мочажинных олиготрофных болот. Л.В. Шумилова [1971] такие типы болот называет миксотрофными (смешанными – эв-мезоолиготрофными) и мезотрофными (переходными), но отмечает, что площади данных болот на карте завышены и фактически здесь преобладают олиготрофные крупногрядовые многоозерные и мочажинные комплексы. Заторфованность Сургутско-Полесского болотного округа очень высока и составляет 60% [Глаголев, 2008].

Лесной тип ландшафта приурочен чаще всего к невысоким холмам и увалам периферических частей междуречий, а также хорошо дренированным речным террасам и склонам долин.

Все переувлажненные ландшафты группируются в два типа: болотный и пойменный, развивающиеся в условиях непрерывного переувлажнения или периодического подтопления водами озер и рек. Ландшафты болотного типа приурочены к обширным пространствам плоских, крайне плохо дренированных водораздельных равнин, пологим склонам междуречных понижений, а также нижним террасам рек. Среди болотных ландшафтов господствуют выпуклые кустарничково-сфагновые (рямовые) болота. Очень широкое развитие болотные ландшафты получили на междуречьях притоков р.Оби: Лямина, Пима, Тромъегана, Агана, где господствуют сильно обводненные грядово-озерковые и грядово-мочажинные болота с обилием крупных и мелких вторичных озер. Ландшафты болотного типа занимают до 70-80% площади.

Грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые комплексы верховых болот являются наиболее распространенными ландшафтами Сургутского полесья. На территории преобладают средние и крупные озера

между крупными реками, вдоль широтного протяжения реки Оби, образующие с болотами сложную озерно-болотную сеть. Присутствует сильная заболоченность водоразделов и скопление множества мелких озер, причиной этого является крайняя выравненность рельефа и течение рек на юг, при общем стоке вод на север. Также отличительной особенностью болотных массивов территории от грядово-мочажинных выпуклых олиготрофных болот средней тайги является отсутствие проточных топей с крупными осоками.

Процессы, происходящие в озерной котловине, неразрывно связаны с ландшафтным окружением, причем малые озера испытывают наибольшее его воздействие. Исследования показали дифференциацию свойств озер (форма котловины и берегов, донные отложения, химический состав воды) в зависимости от их положения в том или ином ландшафте. Совокупность ландшафтных (внешних) воздействий с озерными (внутренними) процессами создает лимнологический тип озера. Только комплексное исследование озер с учетом ландшафтных характеристик позволяет установить связь между озером и окружающим его ландшафтом [Лезин В.А., Тюлькова Л.А., 1994].

Опираясь на физико-географическую характеристику, можно выделить несколько особенностей, формирующих территорию Сургутского полесья.

Сургутское полесье представляет собой плоскую слабо дренированную равнину. Молодой аккумулятивный рельеф Западно-Сибирской плиты с аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями, имеет затрудненный сток, в результате чего образуется площадное образование ландшафтных структур, поскольку перепады высот не превышают 2-3 м и четко прослеживаются.

Равнинный тип, затрудненный глубинный сток, большое количество осадков, рек и озер делают территорию Сургутского полесья сильно заболоченной. Большинство болот находятся в середине территории, а вдоль рек произрастают деревья.

Сургутское полесье относят к подзоне северной тайги, поскольку над территорией формируется особый микроклимат, где некоторые границы

между средней и северной тайгой смещаются южнее. При этом идет отепляющее влияние рек.

Существенное влияние на почвообразование оказывается своеобразие климата, почвообразующих пород и рельефа местности. Высокое увлажнение, продолжительное пребывание в мерзлом состоянии, сокращающее активный период почвообразования, влияют на интенсивное заболачивание и торфонакопление. Также слабая дренированность территории способствует этому [Лисс, Березина, 1981].

Болотные почвы занимают в среднем 85-90% в почвенном покрове песчаных равнин. Около 10-15% идет на долю песчаных подзолов, которые приурочены к холмовидным повышениям междуречий и хорошо дренируемым приречным участкам [Долгова, Гаврилова, 1971; Гаврилова, Долгова, 1972].

## ГЛАВА 2. ЛОКАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

### 2.1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

По классификации мониторинга по территориальному признаку, мониторинг подразделяется на три уровня – локальный, региональный и глобальный. Глобальный мониторинг проводится на всем земном шаре или в пределах одного-двух материков. Региональный проводится на большом участке территории одного государства или сопредельных участках нескольких государств. Локальный осуществляется на сравнительно небольшой территории города, водного объекта, района крупного предприятия и др. [В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А. Д. Котов, 2004].

Локальный экологический мониторинг (ЛЭМ) – это наблюдение за воздействием конкретного антропогенного источника (проводится на сравнительно небольшой территории водного объекта, лесного массива, города, территории крупного предприятия) [Апкин Р.Н., Минакова Е.А., 2015.].

Наблюдения за источниками выбросов и сбросов проводятся предприятиями, организациями и учреждениями, загрязняющими окружающую среду. Ответственность за создание и эксплуатацию средств наблюдения и контроля состояния источников антропогенного воздействия возлагается на природопользователей.

В границах лицензионных участков ЛЭМ проводится пользователями недр, которые осуществляют деятельность на территории лицензионных участков, независимо от организационно-правовых форм и форм собственности. Его проектирование и ведение осуществляется отдельно по каждому лицензионному участку на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории.

ЛЭМ является комплексной системой регулярных наблюдений, сбора информации, оценки и прогнозирования пространственно-временных изменений состояния компонентов окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов в границах лицензионного участка недр в период разработки (пробная или опытно-промышленная эксплуатация) месторождений нефти и газа [Постановление от 14 февраля 2013 года N 56-П].

Проектирование локального экологического мониторинга лицензионных участков должно основываться на результатах предварительных исследований исходной загрязненности компонентов природной среды.

Проект локального экологического мониторинга должен содержать следующую информацию:

- физико-географическое описание территории лицензионного участка;
- наличие территорий традиционного природопользования и особо охраняемых природных территорий (наличие зонирования территории и установления режима использования зон);
- стадию и срок эксплуатации месторождения, сведения о техногенной нагрузке;
- краткий анализ результатов исследования исходной загрязненности территории лицензионного участка;
- обоснование количества и местоположения пунктов наблюдения, периодичности проведения наблюдений за компонентами природной среды с учетом результатов полевой проверки доступности проектируемых пунктов отбора проб, интенсивностью техногенной нагрузки;
- перечень определяемых загрязняющих веществ и параметров, а также перечень предельно допустимых концентраций или других установленных нормативов, в сравнении с которыми осуществляется оценка загрязненности компонентов природной среды;
- перечень информации о результатах локального экологического



мониторинга и сроки ее представления в Службу по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений;

- карту территории лицензионного участка с информацией о гидрологической сети, техногенной нагрузке, направлениях поверхностного стока, размещении пунктов отбора проб компонентов природной среды; границах водоразделов, особо охраняемых природных территорий, территорий традиционного природопользования;

- ландшафтную (почвенно-растительную) карту с указанием техногенных объектов и местоположения всех точек отбора проб;

- обзорную карту расположения лицензионного участка с информацией о крупных техногенных объектах и линейных коммуникациях соседних территорий;

- план-график отбора проб.

В пределах лицензионного участка пробы необходимо отбирать с одинаковой периодичностью, в одни и те же сроки и гидрологические фазы каждого года во избежание сезонных вариаций химического состава проб.

Организация и ведение локального экологического мониторинга осуществляются в соответствии с согласованным в установленном порядке проектом и планом-графиком отбора проб.

Локальный мониторинг представлен двумя разновидностями – производственный мониторинг конкретного объекта и импактный мониторинг конкретного воздействия. По степени готовности к осуществлению ЛЭМ все предприятия условно можно разделить на 3 группы:

1. Есть небольшое число крупных предприятий, которые осуществляют организованный выброс вредных веществ в атмосферу (через дымовые трубы). У этих предприятий частично есть оборудование, необходимое для мониторинга.

2. Вторая группа – это предприятия, у которых выброс организован, но распределен. Это так называемые «кустовые трубы», т.е. выброс распределен между каким-то количеством труб (например, 50 труб).

3. К третьей группе относятся предприятия, где преобладают осуществляющие неорганизованные выбросы (предприятия, у которых нет труб: автобазы, бензоколонки и т.д.).

Локальный мониторинг является составной частью регионального мониторинга. Однако, в ряде случаев мониторинг небольшой территории может осуществляться для решения задач исключительно местного масштаба.

В организации локального мониторинга обычно участвуют службы:

- органы Росгидромета;
- органы санитарно-эпидемиологической службы;
- местные комитеты по охране окружающей среды;
- другие ведомства, имеющие на данной территории свои предприятия и учреждения;
- лаборатории предприятий и организаций, работающих или строящихся в данном районе.

Организация и задачи локального мониторинга:

1. При организации и проведении локального мониторинга должны определяться приоритетные загрязнители, за которыми ведутся наблюдения по программам глобального и национального мониторинга. Затем выделяются загрязнители, выявленные при организации мониторинга источников загрязнения или загрязнители, определенные на основе изучения технологии создаваемых производств.

2. В локальном мониторинге необходимы данные о местных гидрометеорологических условиях, чтобы интерпретировать результаты наблюдений, что делает необходимым участие в локальном мониторинге подразделений Росгидромета. Помимо мониторинга загрязнений именно на локальном уровне важен мониторинг здоровья, осуществляемый службами Минздрава РФ.

3. Сетка точек отбора проб, периодичность наблюдений, сроки выдачи информации органам местного самоуправления и другие детали организации мониторинга определяются на основе общих требований и специфики местных условий. Как обычно, при возникновении экстремальных ситуаций частота отбора проб и выдачи информации должна быть резко увеличена впрямь до ликвидации последствий этой ситуации.

4. По результатам локального мониторинга соответствующие компетентные органы могут приостанавливать деятельность предприятий, приводящих к сверхнормативному загрязнению окружающей среды. Остановка проходит до ликвидации аварийной ситуации и ее последствий или улучшения технологического процесса, устраняющего возможность таких загрязнений. В особых случаях может ставиться вопрос о полном закрытии предприятия, смене его ориентации или переносе в другую местность.

5. Для правильной организации локального мониторинга необходимо определить наиболее чувствительное к ожидаемому или существующему набору загрязнителей звено экосистемы в данном районе или хотя бы ряд таких предполагаемых критических звеньев в окружающей среде и биоте.

6. При планировании и проведении локального мониторинга необходимо учитывать не только распространение загрязнителей из местных источников, но и поступление их извне за счет глобального и регионального переноса. Это существенно при определении ПДВ и допустимой нагрузки на окружающую среду.

К локальному мониторингу можно отнести мониторинг среднего города (до 500 тыс. жителей), района расположения промышленного предприятия, ТЭС или АЭС, нефте-, газопромысла, мест разработки минеральных ресурсов, а также небольших территорий специфических географических объектов, таких как озеро, искусственное водохранилище, дельта крупной реки, лиман, морской залив и т.п. [Горшков М.В., 2010].

Все данные, которые получаются в результате наблюдений на лицензионных участках хранятся в существующих определенных базах

данных (БД). Удобная навигация и управление БД обеспечивается системами управления базами данных (СУБД). Они позволяют рассмотреть состав, структуру и взаимосвязи, находящихся в ней данных.

Вследствие специфики экологического мониторинга, часть данных представляют собой цифровые карты, для которых разработаны картографические базы данных (КБД). Они представляют собой набор пространственных данных в виде файлов, отображающих картографический материал. И так как большинство СУБД поддерживается в программном комплексе ArcGIS, то стоит упомянуть базы геоданных (БГД), которые являются частью оболочки ArcGIS и отличаются от обычных БД тем, что данные в них хранятся в виде таблиц, наборов растровых данных и наборов пространственных объектов.

Доступ к базам данных может быть разрешен нескольким пользователям, то есть редактирование и репликация могут осуществляться и отслеживаться в историях изменения БД. Для такого многопользовательского доступа к данным в ArcGIS используется технология ArcSDE. Это позволяет нескольким пользователям одновременно производить доступ к данным по сети с высоким уровнем производительности. С 2019 года ArcSDE приобрела форму отдельного настольного продукта, достаточно просто установить ArcGIS Enterprise 10.7 на компьютере.

Существуют многопользовательские базы геоданных, которые обеспечивают создание SQL-запросов для извлечения пространственных объектов из БД и осуществляют контроль над хранением пространственных данных в БД с помощью набора таблиц метаданных. Таблицы метаданных нужны для работы с версиями и реализации рабочих процессов управления распределенными данными.

БГД ArcSDE могут быть трех видов: Desktop, Workgroup и Enterprise, которые предоставляют ряд функций для работы с версиями и отслеживания редактирования. Они используются в среде с большим количеством

пользователей или, когда доступ к данным должен быть обеспечен из нескольких компьютерных сетей [Esri CIS, Москва, 2014].

При создании БГД ArcSDE, автоматически назначается администратор. Доступ к многопользовательской базе геоданных управляется посредством учетных записей пользователей [<http://desktop.arcgis.com>].

Корпоративные проекты ArcGIS работают на основе технологии ArcSDE. Такие проекты позволяют работать большому числу пользователей одновременно с одними и теми же данными, также они обеспечивают актуальность за счет того, что данные постоянно обновляются и пополняются, и оперативность в режиме реального времени т.к. данные вносятся практически сразу во время работ.

## 2.1. МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Методами статистической обработки полученных результатов называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе работы, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. Главная цель любого статистического метода – представить количественные данные в систематизированной и сжатой форме с тем, чтобы облегчить их понимание.

Существуют различные методы математического анализа, которые позволяют вычислять так называемые элементарные математические статистики, характеризующие выборочное распределение данных, например, среднее арифметическое, выборочная дисперсия, мода, медиана и ряд других. Другие методы математической статистики, как дисперсионный анализ, регрессионный анализ и др., позволяют рассматривать динамику изменения отдельных статистик выборки. Также существуют ещё группы методов, например, корреляционного анализа, факторного анализа, методов сравнения

выборочных данных, по ним можно достоверно судить о статистических связях, существующих между переменными величинами, которые исследуются в данной работе.

Все методы математико-статистического анализа условно делятся на первичные и вторичные.

Первичные методы – это те методы, с помощью которых мы можем получить показатели, которые отражают результаты производимых в исследовании. То есть под первичными статистическими показателями понимаются те, которые можно применить в самих психодиагностических методиках и являются итогом начальной статистической обработки результатов диагностики. К первичным методам статистической обработки относят, например, определение среднего арифметического, дисперсии, моды и медианы.

Вторичными методами статистической обработки информации называются те методы, с помощью которых на базе первичных данных выявляют скрытые в них статистические закономерности. К вторичным методам обычно относят корреляционный и регрессионный анализы, факторный анализ, методы сравнения первичных данных двух или нескольких выборок [Е.Г. Заверткина, Н.Г. Рукавишникова, 2000].

Экологические исследования, как правило, связаны с анализом множества переменных. Необходимо дать оценку этим данным, проанализировать их, визуально представить. Статистическая обработка данных является необходимым этапом при выработке практических рекомендаций для рационального управления экосистемами и ведения экосистемных научных исследований [Горшков М.В., 2010].

В данной работе мы провели первичную статистическую обработку данных с использованием описательной статистики. Описательная статистика подразумевает под собой методы описания статистических данных, представления их в форме таблиц, распределений и пр.

Метод предлагает эффективный и относительно простой способ рассмотрения и описания данных, а также удобный способ представления такой информации. В частности, графические методы очень удобны для представления и передачи информации.

Описательная статистика применима во всех случаях использования данных и может быть полезна при анализе и принятии решений [ГОСТ17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП)].

Предметом изучения в статистике являются изменяющиеся (варьирующие) признаки, которые иногда называют статистическими признаками.

Для образования статистической совокупности требуется наличие общего признака. Таким образом, статистическая совокупность – это результаты описания или измерения общих признаков объектов исследования.

Измерение – это приписывание числовых форм объектам или событиям в соответствии с определенными правилами.

Для решения поставленной задачи были использованы данные локального экологического мониторинга по содержанию тяжелых металлов (железо, марганец, никель, свинец, хром VI, цинк) в контрольных, подфакельных и фоновых точках на период с 2006 по 2012, 2015 и 2016 г. Всего было проанализировано около 19350 проб, из них 3615 проб относятся к Fe, Mn – 3113 пробы, Ni – 3151 пробы, Pb – 3135 пробы, Cr – 3104 пробы, Zn – 3233 пробы.

В ходе работы был проведен анализ не собственно снежного покрова, а талой воды. Поскольку для оценки снежного покрова нет установленных нормативов, поэтому были использованы нормативы, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДКр.х.), так как во время снеготаяния талые воды напрямую попадают в водные объекты. Также проведена первичная статистическая обработка данных, где были рассчитаны такие показатели, как максимальные, минимальные и средние значения.

Рассмотрены и произведены методы расчета статистического анализа, характеристика которых более подробно указана в таблице 1.

Таблица 1

## Использованные методы статистического анализа

[Горшков М.В., 2010]

Метод расчета	Суть метода
Мода	Значение во множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто. В дискретном распределении модой является вариант признака, имеющий наибольшую частоту. Наиболее часто встречаемое значение в показателях, коррелирующее в массиве.
Медиана	Значение признака у единицы совокупности, делящей ранжированный ряд пополам (или стоящей в середине ранжированного ряда). Наиболее устойчивое значение к аномальным отклонениям (выбросам).
Среднее квадратичное отклонение	Показывает, насколько в среднем отклоняются конкретные варианты признака от их среднего значения. Вычисляется путем извлечения квадратного корня из дисперсии. Показывает насколько сильно отклоняются от среднего значения в массиве данные значений отобранных проб. Чем меньше среднее квадратичное отклонение, тем лучше среднее значение характеризует всю совокупность.
Коэффициент вариации	Дает возможность сравнивать, оценивать колеблемость величин различных признаков. Значение, показывающие насколько однородны или нет имеющиеся с разным масштабом данные.
Дисперсия	Характеризует, насколько частные значения отклоняются от средней величины в данной выборке. Чем больше дисперсия, тем больше отклонения или разброс данных. Мера разброса данных вокруг среднего арифметического значения.

Рассмотрим каждый метод более подробно.

Среднее выборки. Среднее или выборочное среднее, или среднее выборки представляют собой арифметическое среднее всех значений массива. Выборочное среднее является «хорошей» (несмещенной и эффективной) оценкой математического ожидания случайной величины.

Медиана выборки. Медиана – это число, которое является серединой множества чисел (в данном случае выборки): половина чисел множества больше, чем медиана, а половина чисел меньше, чем медиана. Для её определения необходимо сначала отсортировать множество чисел.



Медиана не обязательно должна совпадать со средним значением в данной выборке. Совпадение может присутствовать тогда, когда значения в выборке распределены симметрично относительно среднего.

Чем же отличается медиана от среднего значения? Почему её зачастую используют наравне с ним? Оба параметра используются для определения «центральной тенденции» выборки. Для выборки с несимметричным распределением, медиана будет отличаться от среднего. То есть, если имеется длинный хвост распределения, то медиана лучше, чем среднее значение, отражает «типичное» или «центральное» значение.

Мода выборки. Мода – это наиболее часто встречающееся (повторяющееся) значение в выборке. Значение моды для выборки, рассчитанное с помощью функции МОДА, может ввести в заблуждение, особенно для небольших выборок. Эта функция эффективна, когда случайная величина может принимать лишь несколько дискретных значений, а размер выборки существенно превышает количество этих значений.

Мода – это наиболее вероятное значение случайной величины, и не следует ожидать, что среднее значение обязательно должно быть близко к моде.

Дисперсия выборки или выборочная дисперсия характеризует разброс значений в массиве, отклонение от среднего. Дисперсия выборки равно 0 в том случае, если все значения равны между собой и, равны среднему значению. И чем больше величина дисперсии, тем больше разброс значений в массиве относительно среднего. Данная величина является точечной оценкой дисперсии распределения случайной величины, из которой была сделана выборка.

Стандартное отклонение выборки – это мера того, насколько широко разбросаны значения в выборке относительно их среднего. Чем больше среднее квадратичное отклонение, тем дальше отклоняются значения элементов выборки от среднего значения. Параметр аналогичен дисперсии и используется в тех случаях, когда необходимо, чтобы показатель разброса

случайной величины выражался в тех же единицах, что и среднее значение этой случайной величины [Борздова Т.В., 2011].

Коэффициент вариации выборки – это величина, используемая в статистике, равная отношению стандартного (среднеквадратичного) отклонения случайно величины к дисперсии. Данная величина применяется для сравнения вариативности одного и того же признака в нескольких совокупностях в различном среднем арифметическим.

В статистике принято, что:

- если коэффициент вариации меньше 10%, то степень рассеивания данных считается незначительной;
- если от 10% до 20% — средней;
- больше 20% и меньше или равно 33% — значительной.

Если значение коэффициента вариации не превышает 33%, то совокупность считается однородной, а если больше 33%, то – неоднородной [Гмурман, 2000].

При построении статистических моделей широко применяется нормальное распределение.

Распределение непрерывной случайной величины  $x$  называют нормальным  $N$ , если соответствующая ей плотность распределения выражается формулой (1) [Г.Л. Громыко, 2005].

$$f(x) = \varphi(x, \bar{x}, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \quad (1), \text{ где}$$

$$\text{или } \varphi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}},$$

$x$  – значение изучаемого признака;

$\bar{x}$  – средняя арифметическая ряда;

$\sigma^2$  – дисперсия значений изучаемого признака;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение изучаемого признака;

$\pi = 3,1415$  – постоянное число (отношение длины окружности к ее диаметру);

$e = 2,7182$  – основание натурального логарифма;

$t = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$  – нормированное отклонение.

Нормальное распределение зависит от 4-х параметров:

- математическое ожидание – «центр тяжести» распределения;
- дисперсия – разброс случайной величины относительно математического ожидания;
- коэффициент асимметрии - параметр формы распределения, определяющий его симметрию относительно математического ожидания;
- коэффициент эксцесса — параметр распределения, задающий «остроту» пика распределения.

Смысл нормального распределения мы можем понять, посмотрев на его форму. Наиболее вероятные значения случайной величины расположены вблизи его пика. По мере удаления от него, вероятность значений уменьшается и если значение располагается на концах распределения, то оно очень маловероятно. Если случайная величина подчиняется нормальному закону распределения, то статистический анализ описываемого ей процесса существенно упрощается.

Анализ наших данных показал, что расположение точек соответствует ненормальному распределению. При проведении линей тренда для каждого металла, результаты показали отрицательное число (рисунки 2 – 5). При расчете величины достоверности аппроксимации, мы построили графики по значениям медианы, поскольку при ненормальном распределении лучше использовать данные именно этой статистической обработки. Прогноз показал числа близкие к 1.

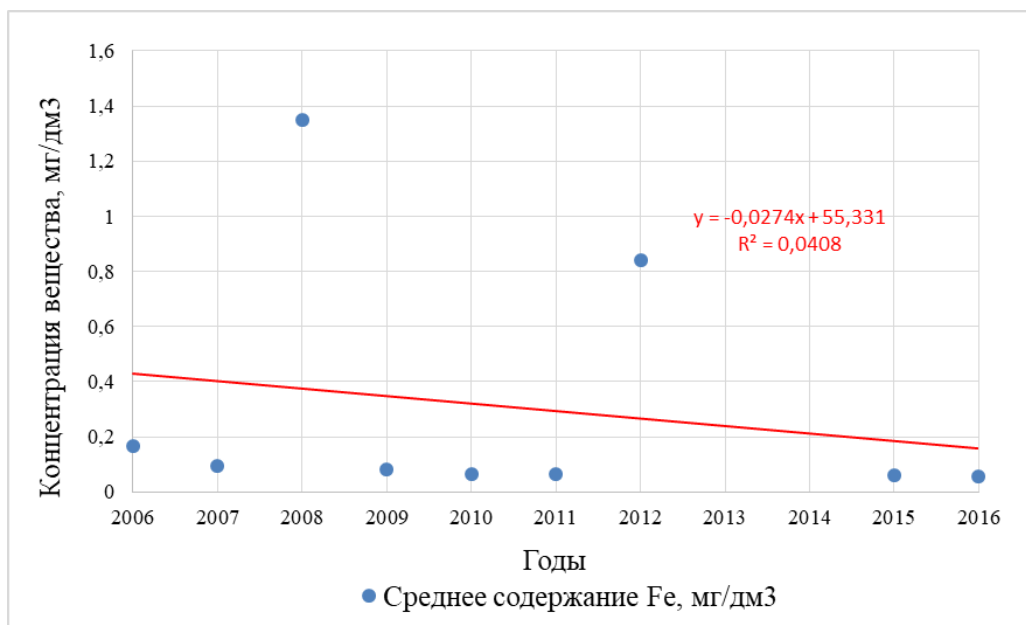


Рис. 2. Пример отрицательной линии тренда по среднему содержанию Fe с 2006 по 2016 гг. (составлено автором)

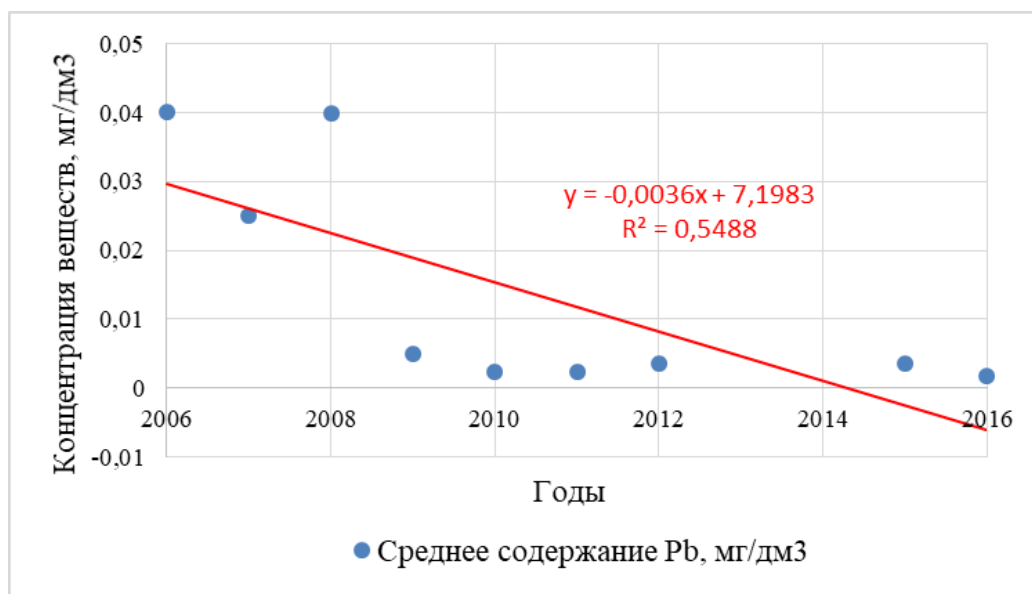


Рис. 3. Пример отрицательной линии тренда по среднему содержанию Pb с 2006 по 2016 гг. (составлено автором)

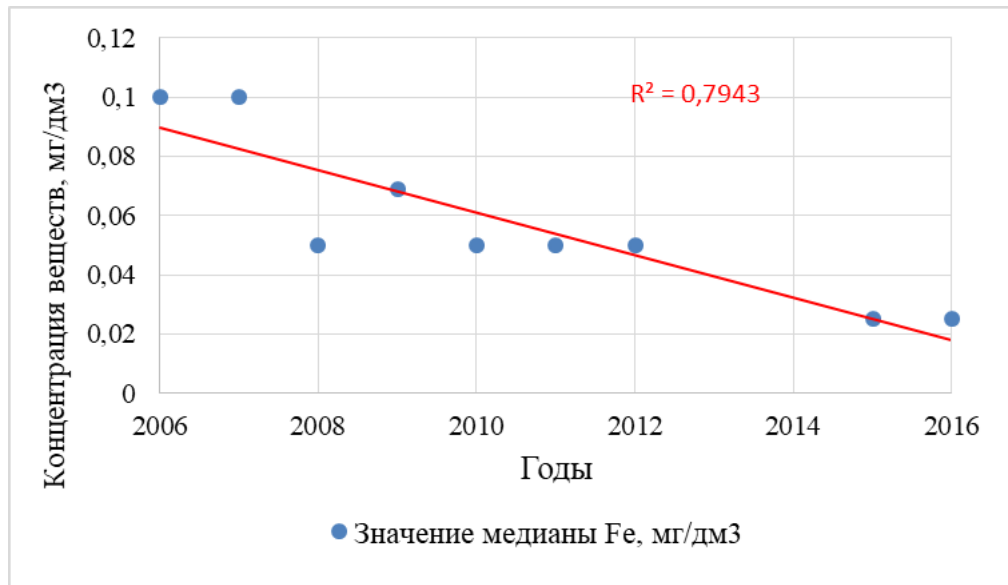


Рис. 4. Пример отрицательной линии тренда по значениям медианы Fe с 2006 по 2016 гг. (составлено автором)

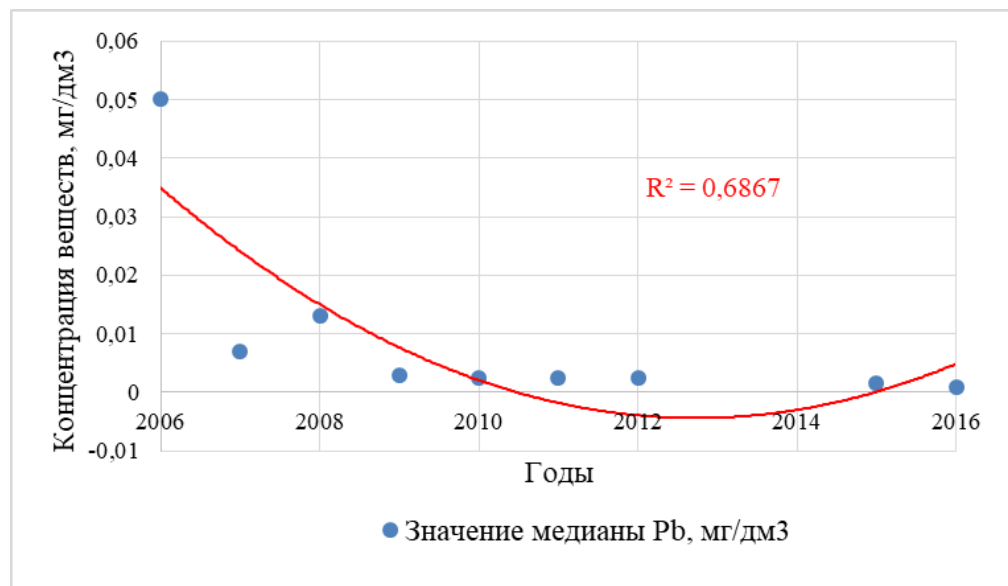


Рис. 5. Пример отрицательной линии тренда по значениям медианы Pb с 2006 по 2016 гг. (составлено автором)

### ГЛАВА 3. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ

#### 3.1. ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ В ГРАНИЦАХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕДР (2006-2012, 2015, 2016 гг.)

Оценка степени загрязненности и выявление динамики содержания загрязняющих веществ и параметров в снежном покрове в границах лицензионных участков на территории Сургутского полесья производилась путем сопоставления результатов химико-аналитических исследований с ПДК и нормативами содержания химических веществ, установленных на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры округа. Для выявления динамики производился сравнительный анализ с одноименными данными наблюдений предыдущего года.

Динамика количества измерений по каждому параметру и загрязняющему веществу представлена в таблице 2 и на рисунке 6. Общее количество измерений и количество измерений отдельного элемента каждого года примерно одинаковое. Исключение составляют данные 2007 года, на графике можно заметить, как значительно изменяется число измерений у элементов.

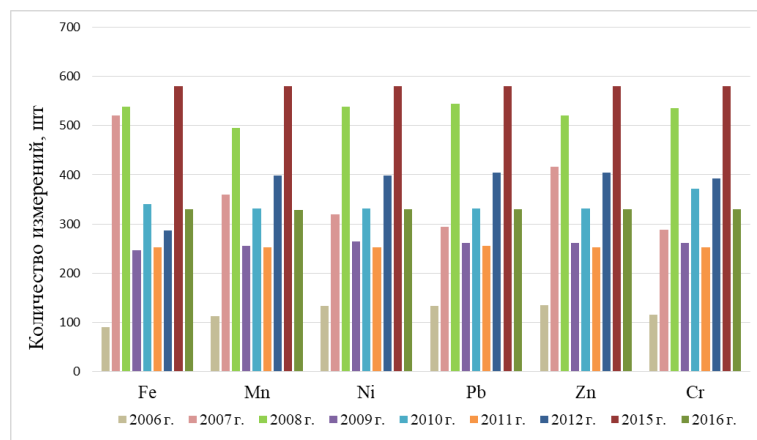


Рис. 6. Динамика количества измерений параметров и загрязняющих веществ в снежном покрове в 2007-2008гг. (составлено автором)

В таблице 2 и приложении 1 представлены статистические характеристики информационного массива параметров и загрязняющих веществ, определяемые в снеговых пробах: общее количество проведенных измерений, минимальное и максимальное значения, среднее по выборке. Результаты представлены в целом по всему массиву и отдельно по категориям точек: фоновые, подфакельные, контрольные.

Рисунки 7, 8, 9 демонстрируют варьирование минимальных, средних и максимальных значений параметров и концентраций загрязняющих веществ в общем массиве данных в 2006-2012 гг, 2015 г. и 2016 г. По вертикали указано содержание тяжелых металлов ( $\text{мг/дм}^3$ ), а, собственно, сами графики – распределение по годам.

Минимальные значения не превышают уровня ПДК. Максимальные значения превышают уровни ПДК во всех годах исследований. Вариабельность максимумов по годам высокая.

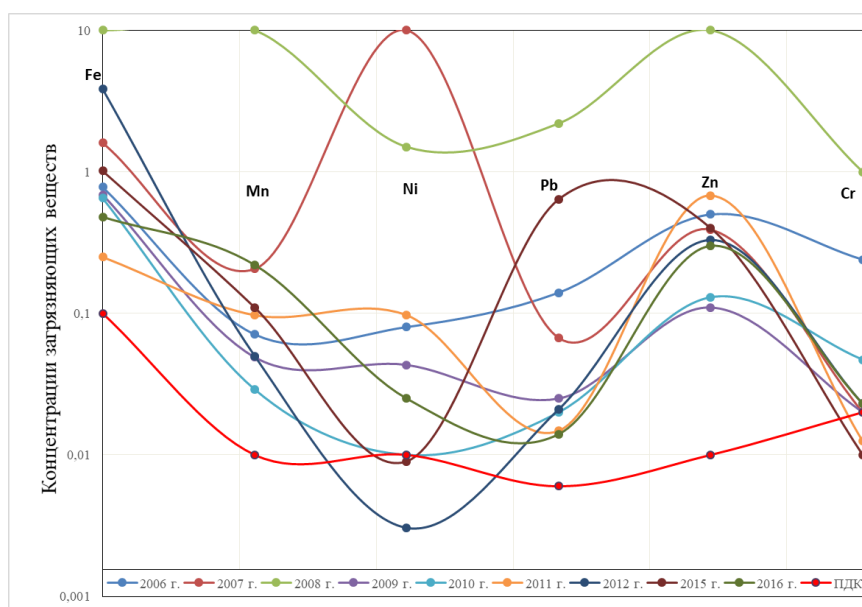


Рис. 7. Варьирование максимальных значений параметров и загрязняющих веществ в пробах талых снеговых вод в общем массиве данных,  $\text{мг/дм}^3$  (2006-2012, 2015 и 2016 гг.) (составлено автором)

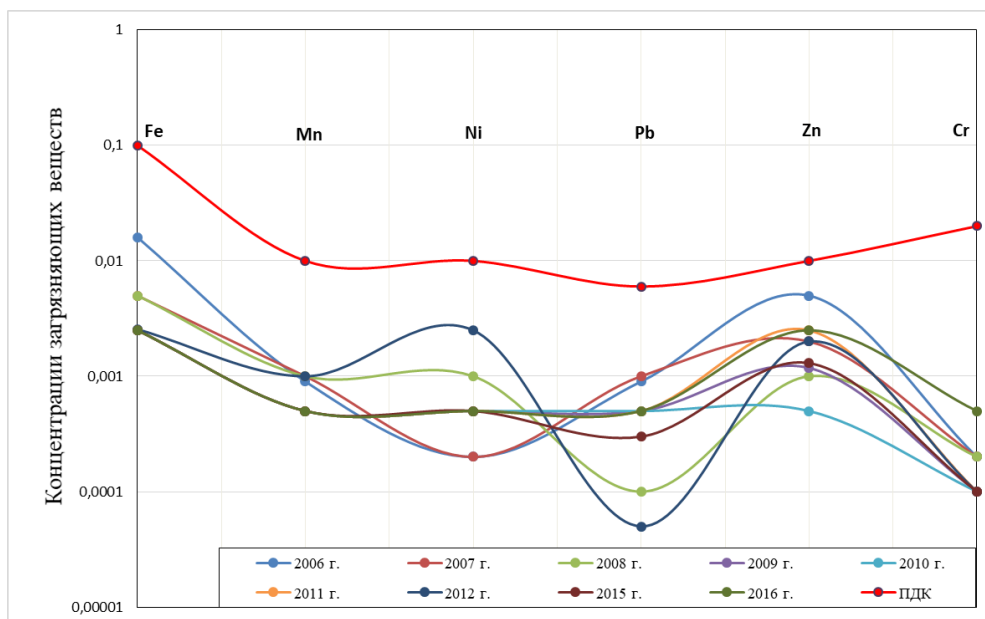


Рис. 8. Варьирование минимальных значений параметров и загрязняющих веществ в пробах талых снеговых вод в общем массиве данных,  $\text{мг/дм}^3$  (2006-2012, 2015 и 2016 гг.) (составлено автором)

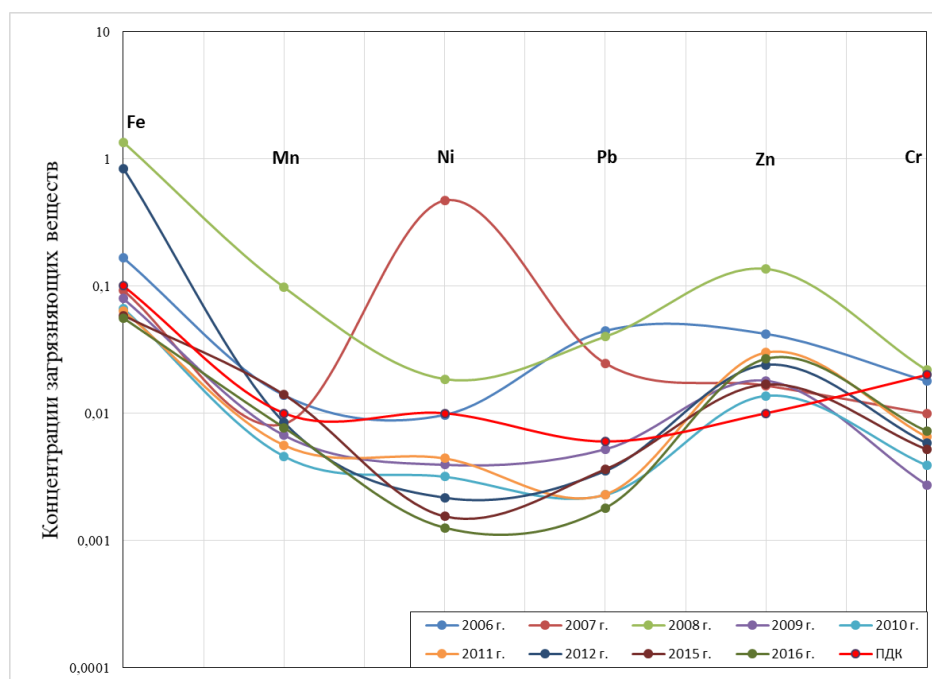


Рис. 9. Варьирование средних значений параметров и загрязняющих веществ в пробах талых снеговых вод в общем массиве данных,  $\text{мг/дм}^3$  (2006-2012, 2015 и 2016 гг.) (составлено автором)



Статистические характеристики всего информационного массива содержания загрязняющих веществ в пунктах мониторинга снегового покрова (2006-2012, 2015 и 2016 гг.) [составлено автором]

Элемент		Год								
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Fe (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,78	1,6	253,3	0,69	0,65	0,25	3,84	1,0128	0,48
	Мин.	0,016	0,005	0,005	0,0025	0,0025	0,0025	0,005	0,0025	0,0025
	Среднее	0,16624	0,092247	1,3493	0,079559	0,066591	0,057486	0,084459	0,058712	0,055967
	Кол-во проб	90	520	500	246	341	253	287	580	330
Mn (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,071	0,206	13,2	0,049	0,029	0,097	0,05	0,11	0,22
	Мин.	0,0009	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,0005	0,0005
	Среднее	0,013829	0,00824	0,09759	0,006663	0,004577	0,005603	0,010857	0,013673	0,007668
	Кол-во проб	112	360	495	255	331	253	398	580	329
Ni (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,08	24	1,5	0,0432	0,01	0,097	0,016	0,009	0,025
	Мин.	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Среднее	0,009699	0,470034	0,018549	0,003929	0,003167	0,004418	0,00305	0,001547	0,00126
	Кол-во проб	134	320	539	264	332	253	399	580	330
Pb (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,14	0,067	2,2	0,025	0,02	0,0148	0,021	0,64	0,014
	Мин.	0,0009	0,001	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,00005	0,0003	0,0005
	Среднее	0,044429	0,02465	0,03997	0,005208	0,002278	0,002305	0,003516	0,003627	0,001813
	Кол-во проб	134	294	545	261	331	255	405	580	330
Cr (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,24	0,02	1	0,02	0,0471	0,0125	0,023	0,01	0,023
	Мин.	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005
	Среднее	0,017872	0,009942	0,021769	0,00273	0,003883	0,006503	0,005796	0,005192	0,0072
	Кол-во проб	116	288	536	262	371	252	393	580	330
Zn (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.	0,5	0,39	14,2	0,11	0,13	0,68	0,33	0,4	0,3
	Мин.	0,005	0,002	0	0,00118	0,0005	0,0025	0,002	0,0013	0,0025
	Среднее	0,042059	0,016483	0,13629	0,01838	0,013724	0,0300719	0,024099	0,016854	0,02675
	Кол-во проб	135	417	520	262	331	253	405	580	330

Была проведена более углубленная статистическая обработка данных по каждому году по фоновым, контрольным и подфакельным концентрациям. На рисунках 10 – 18 показано среднее содержание загрязняющих веществ в пробах снегового покрова по категориям точек в 2006 – 2012, 2015 и 2016 годах. Фоновые концентрации брались на чистых незагрязненных поверхностях. Контрольные концентрации – на освоенных территориях, но необязательно под техногенными объектами. Подфакельные концентрации – конкретно под техногенными объектами, измерения проводились на разном расстоянии от факелов, от 100 м до 1 км. Наибольшее количество подфакельных наблюдений проводилось на расстоянии 300 м.

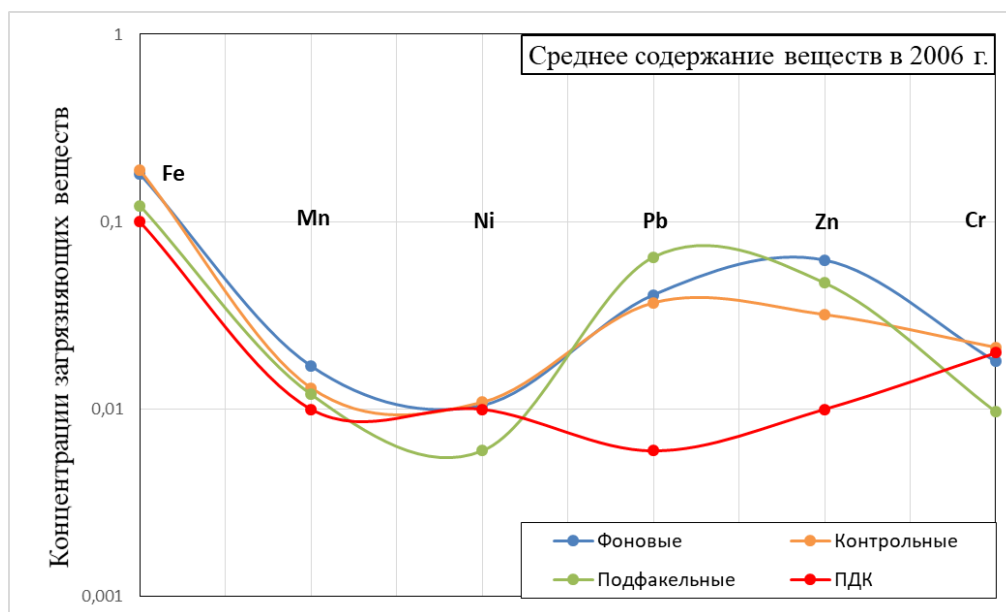


Рис. 10. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2006 г. (составлено автором)

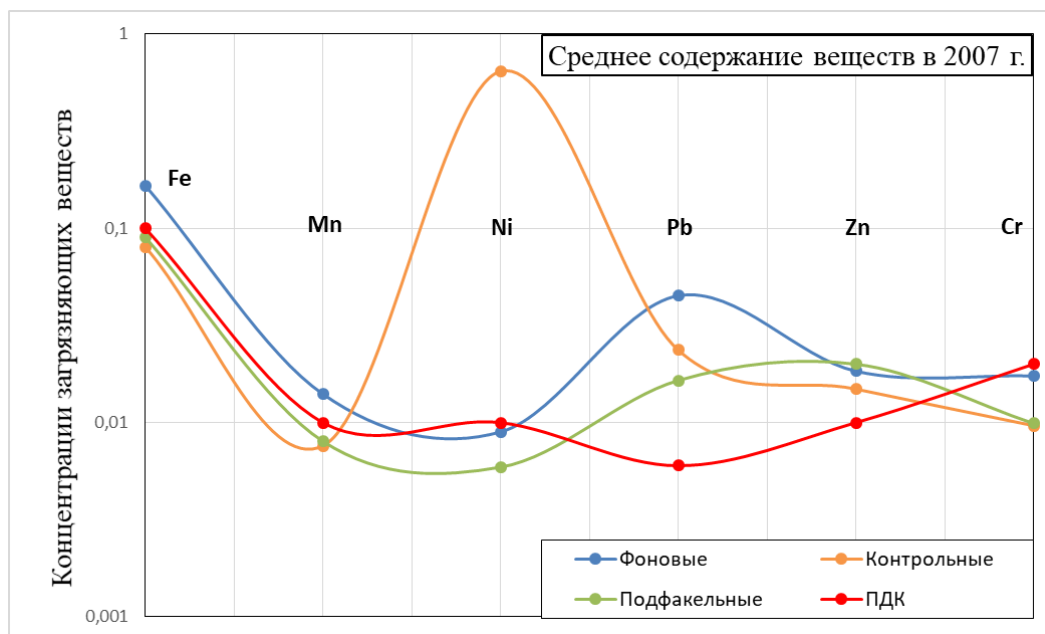


Рис. 11. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2007 г. (составлено автором)

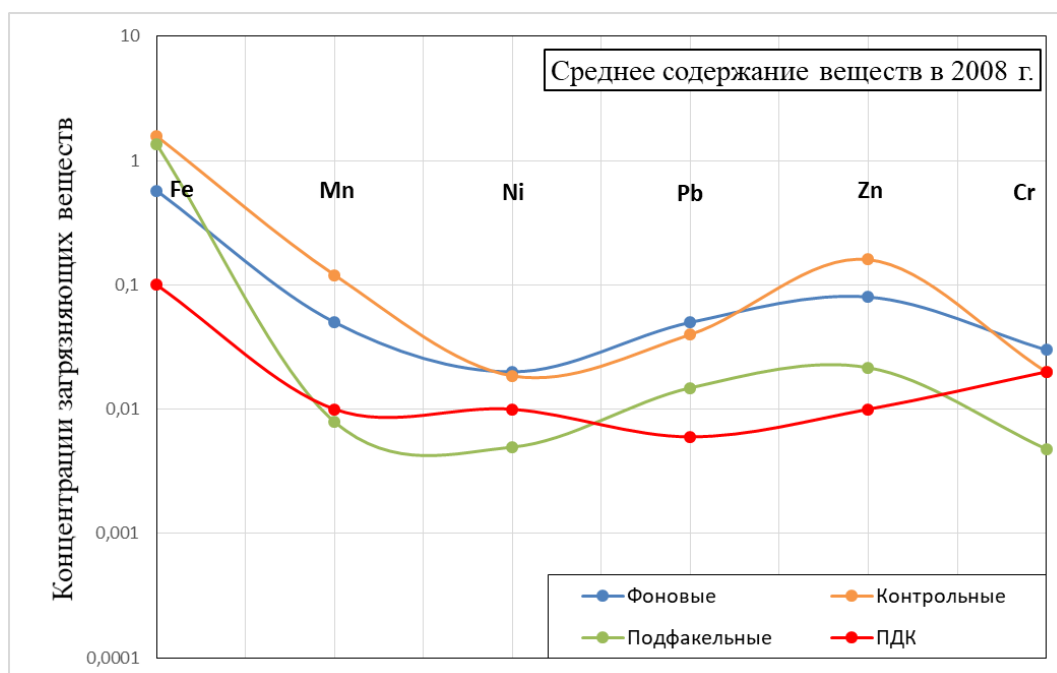


Рис. 12. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2008 г. (составлено автором)

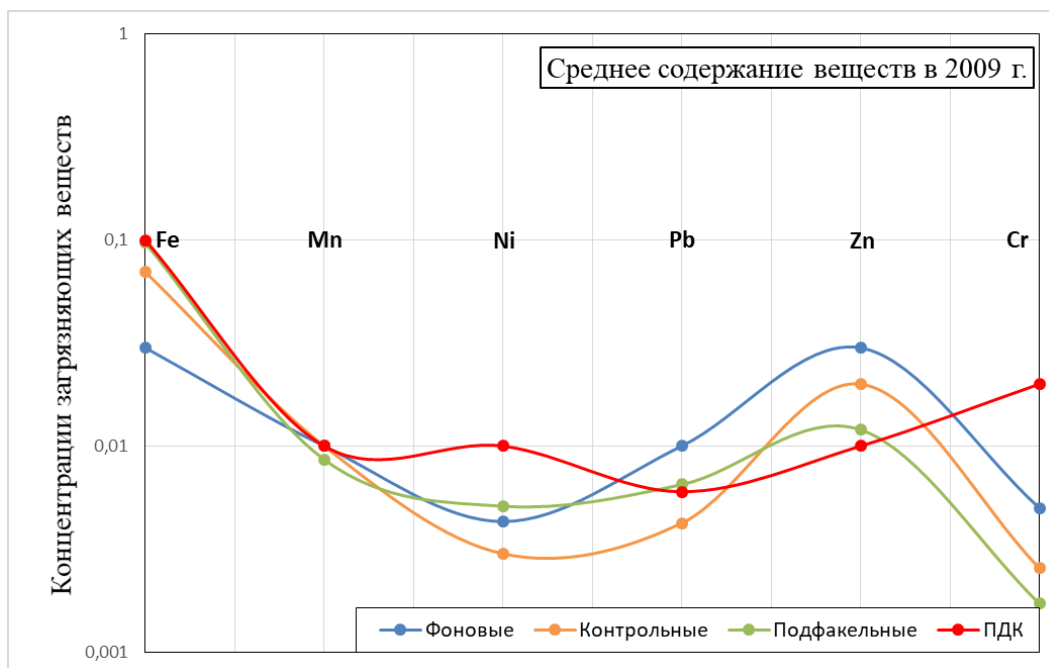


Рис. 13. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2009 г. (составлено автором)

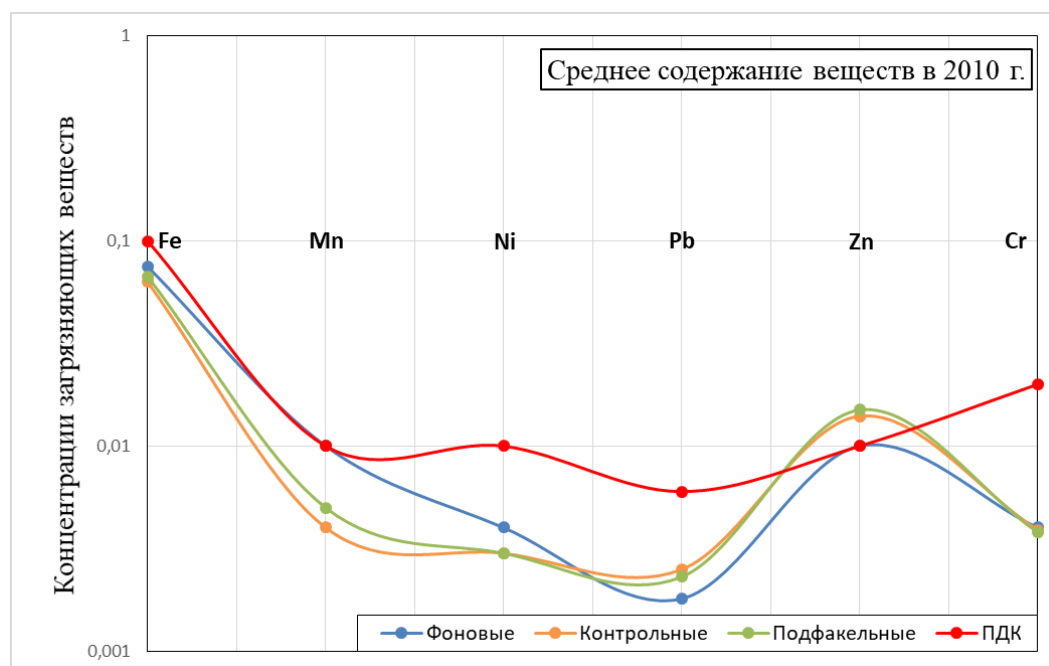


Рис. 14. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2010 г. (составлено автором)

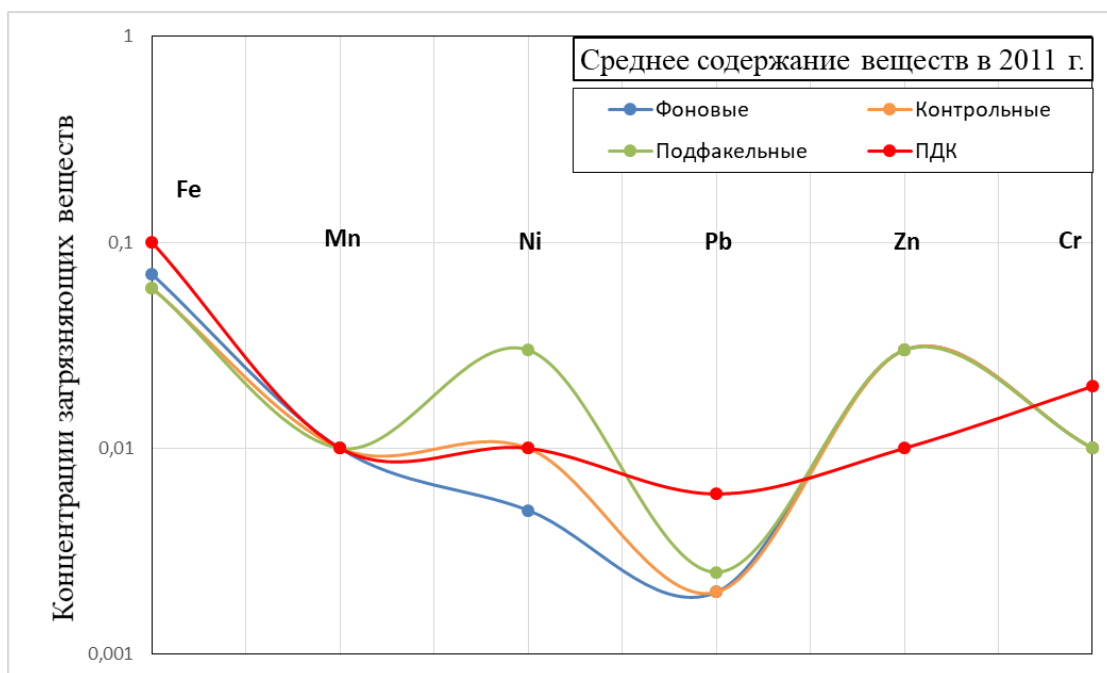


Рис. 15. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2011 г. (составлено автором)

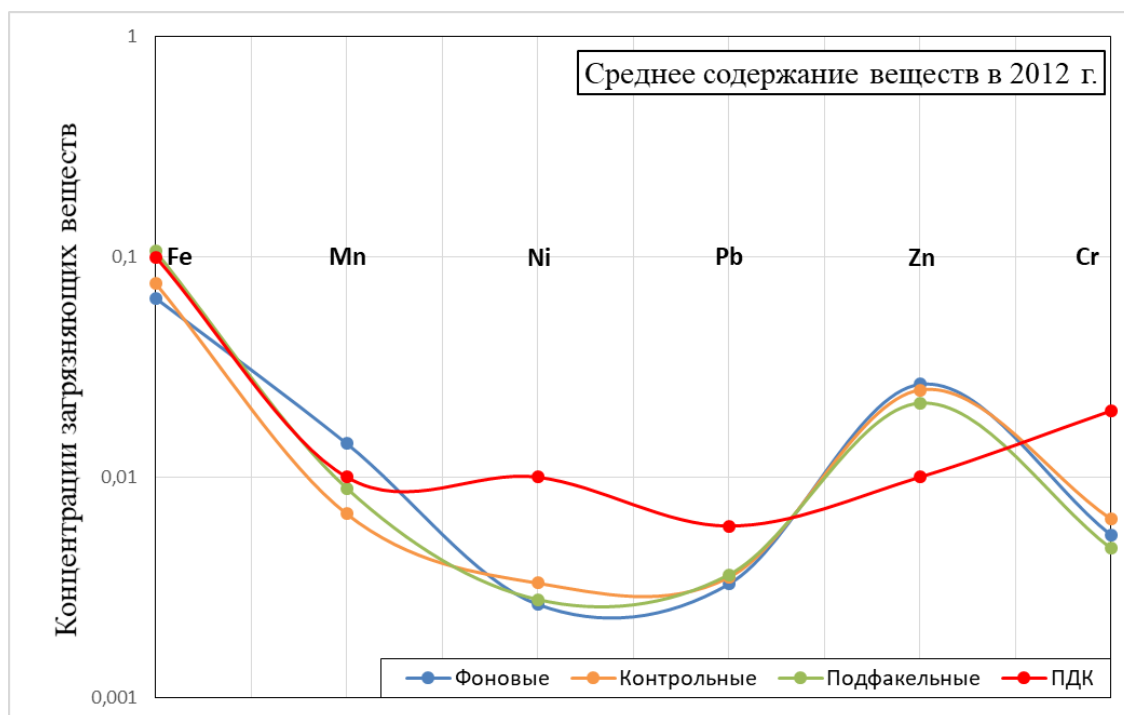


Рис. 16. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2012 г. (составлено автором)

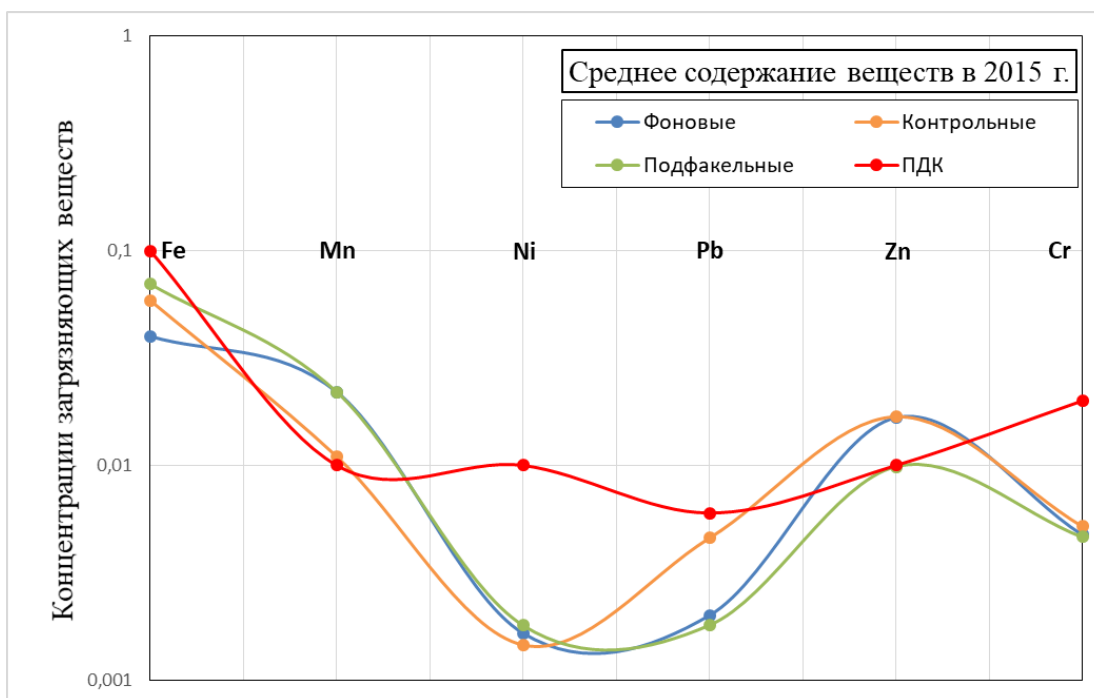


Рис. 17. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2015 г. (составлено автором)

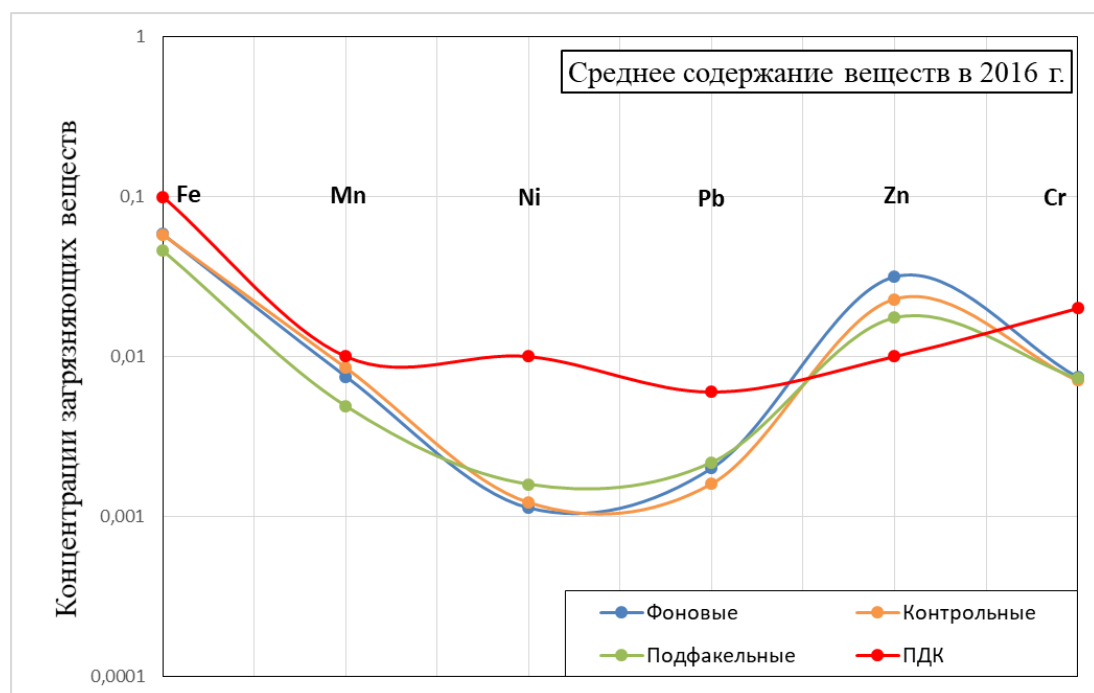


Рис. 18. Среднее содержание загрязняющих веществ ( $\text{мг/дм}^3$ ) в пробах снегового покрова по категориям точек в 2016 г. (составлено автором)

Рисунки 5-13 наглядно показывают величину среднего содержания загрязняющих веществ отдельно по категориям точек относительно уровня ПДК в 2006-2012, 2015 и 2016 гг.

В 2006 г. выявлены незначительные превышения по железу, марганцу и хрому в фоновых, подфакельных и контрольных точках. По цинку и свинцу отмечен наибольший уровень загрязнения в фоновых и подфакельных точках, наименьший в контрольных.

В 2007 г. наблюдаются сильные превышения по никелю в контрольных точках. Это объясняется тем, что увеличилось количество измерений в контрольных точках в 3 раза, по сравнению с 2006 годом. Соответственно, увеличилось и количество контрольных точек под техногенными объектами, где наблюдается самые максимальные превышения, которые потянули за собой и среднее значение. Фоновые концентрации незначительно превышают подфакельные.

В 2008 г. не наблюдается резких скачков значений. Концентрации в подфакельных точках ниже, чем в контрольных и фоновых.

С 2009 по 2016 гг. значения кривых концентраций идут сглажено. Выявлены превышения по цинку во всех годах. В 2011 г. наблюдается превышения никеля в подфакельных точках, это также объясняется увеличением точек с максимальными превышениями, в сравнении с 2010 г. В 2012 и 2015 гг. выявлены незначительные превышения марганца в подфакельных и фоновых точках.

### 3.2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫБОРОК

Состояние снежного покрова оценивалось путем сопоставления фактических данных о содержании загрязняющих веществ с нормируемыми показателями допустимого воздействия (ПДК), производилось выявление динамики (сравнение с данными предыдущих лет) и тенденций развития

экологической ситуации, изучение взаимосвязей и возможных причин изменения ситуации.

Динамика качества снежного покрова на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры дана на основе статистической обработки данных химико-аналитических исследований сети локального экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр по показателям, которые определены Перечнем (постановление Правительства от 29.07.2003г. № 302-П) (табл. 3.1.). Анализ проводился отдельно по каждому параметру и загрязняющему веществу.

**Железо общ.** В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды для водоемов рыбохозяйственного назначения, величина Fe не должна выходить за пределы 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Высокое содержание железа в снежном покрове Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в большей степени обусловлено природным фактором (высокая заболоченность территорий). Основной формой железосодержащих веществ в бассейнах рек Обь и Иртыш являются комплексные соединения трехвалентного железа с растворенными неорганическими и органическими соединениями, главным образом гумусовыми веществами. В окрашенных болотных, грунтовых и кислых водах концентрация железа очень высока.

В 2006 году по минимальным и максимальным показателям вариация значений содержания железа от 0,016 мг/дм<sup>3</sup> до 0,78 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в контрольных точках выше, чем в фоновых и подфакельных. Факельные не превышают фоновые значения. Значения показателей в фоновых и контрольных точках почти одинаковое. По минимальным показателям превышений не обнаружено. По всему массиву значения медианы и моды равняется 0,1 - наиболее часто встречаемый показатель и наиболее устойчивое значение к отклонениям. Среднее квадратичное отклонение равняется 0,2, что показывает небольшое отклонение от нормы в фоновых и контрольных точках. Коэффициент вариации относительно небольшой, так же, как и



дисперсия, что говорит об однородности показателей и незначительном разбросе данных.

В 2007 году вариация значений железа составила от 0,005 мг/дм<sup>3</sup> до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>. Фоновые показатели выше, чем показатели в контрольных и подфакельных точках. Превышений по минимальным значениям не наблюдается, превышения по средним показателям наблюдаются по фону. Содержание железа в 2006 г. контролировалось в 90 образцах снежного покрова. В 2007 г. количество проб увеличилось в 5,8 раз и составило 520. Диапазон варьирования концентраций по сравнению с предыдущим годом расширился. Значение среднего уменьшилось незначительно. Медиана и мода сопоставимы. Среднее квадратичное отклонение, дисперсия и коэффициент вариации в норме.

Содержание железа в 2008г. контролировалось в 500 образцах снежного покрова, это в 0,96 раз меньше, чем 2007 году. Концентрация варьирует в диапазоне от 0,01 мг/дм<sup>3</sup> до 253,3 мг/дм<sup>3</sup>. Диапазон варьирования концентрации по сравнению с предыдущим годом снова расширился. Значения в контрольных и факельных точках выше, чем в фоновых. Наблюдаются превышения по максимальным и средним значениям во всех трех показателях. Мода сопоставима. Медиана уменьшилась на 50%. Сильно увеличились показатели дисперсии, коэффициента вариации и среднего квадратичного отклонения.

В 2009 году количество проб уменьшилось почти в 2 раза по сравнению с 2008 годом. По минимальным и максимальным показателям вариация значений содержания железа составляет от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,69 мг/дм<sup>3</sup>. Диапазон варьирования концентрации значительно уменьшился. Наблюдаются превышения по максимальным показателям в контрольных и подфакельных пунктах. В фоновых – значения по всем показателям варьируются в пределах нормы. Если рассматривать весь массив, то среднее значение уменьшилось и не превышает ПДК по сравнению с 2008 годом. Модальный класс уменьшился (50%), медиана увеличилась. Дисперсия, коэффициент вариации и среднее квадратично отклонение имеют небольшие значения.

В 2011 году количество измерений уменьшилось в 1,35 раза (с 341 на 253). Диапазон концентрации варьирует от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,25 мг/дм<sup>3</sup>. Значения контрольных и факельных показателей выше фоновых. Незначительные превышения наблюдаются по максимальным показателям во всех трех пунктах (0,25). По средним показателям диапазон варьирует от 0,06 мг/дм<sup>3</sup> до 0,07 мг/дм<sup>3</sup>. В массиве среднее значение, мода и медиана сопоставимы с предыдущим годом. Среднее квадратичное отклонение, дисперсия и коэффициент вариации не высоки.

В 2012 году концентрация по минимальным и максимальным показателям варьирует в диапазоне от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 3,84 мг/дм<sup>3</sup>. Значения максимальных показателей в подфакельных и контрольных пунктах превышают значения в фоновых. В массиве среднее и максимальное значения значительно превышают норму ПДК (0,84 мг/дм<sup>3</sup> и 3,84 мг/дм<sup>3</sup>). Мода и медиана сопоставимы.

Количество измерений в 2015 году увеличилось в 2 раза по сравнению с 2012 годом. Диапазон варьирования концентрации от минимального до максимального - от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 1,01 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения наблюдаются по максимальным показателям. Средние значения не превышают норм ПДК. Значения в контрольных и подфакельных точках незначительно превышают фоновые. Мода и медиана уменьшились в 2 раза. Дисперсия составила 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее квадратичное отклонение – 0,108 мг/дм<sup>3</sup>. Коэффициент вариации также уменьшился и составил 1,86.

В 2016 года количество измерений уменьшилось в 1,8 раз с 2015 годом. Диапазон варьирования концентраций также сузился и составил - 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,48. Значения в фоновых, контрольных и подфакельных точках примерно одинаковы. Превышения норм ПДК наблюдается только у максимальных показателей. Медиана и мода сопоставимы. Значения дисперсии, среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации не увеличились.

Для визуализации варьирования концентраций железа в пробах снежного покрова составлена таблица 3 со статистическими параметрами

(среднее, медиана и т.д.), на рисунке 19 представлен график количества превышений Fe над ПДК.

Таблица 3

## Статистические характеристики содержания железа

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	90	520	500	246	341	253	287	580	330
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,016	0,005	0,005	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,78	1,6	253,2	0,69	0,65	0,25	3,84	1,013	0,48
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,05	0,069	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,16624	0,092	1,35	0,0796	0,067	0,06	0,08	0,059	0,056
Дисперсия	0,0275	0,009	209,5	0,0043	0,00497	0,0016	0,06	0,01	0,007
Среднее квадратичное отклонение	0,16584	0,095	14,48	0,065	0,07	0,04	0,26	0,108	0,08
Коэффициент вариации	0,99759	1,03	10,73	0,82	1,059	0,628	3,03	1,86	1,45
Мода	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,025



Рис. 19. Количество превышений значений железа над ПДК, шт.

(составлено автором)

Диапазон варьирования значений дисперсии – от 0,0043 до 209,5. В 2008 году наблюдается резкое увеличение дисперсии до 209,5, поскольку максимальное значение в массиве составило 253,2 мг/дм<sup>3</sup>, также в данном году

наблюдаются значительные превышения в контрольных пунктах, что и привело к разбросу данных вокруг среднего арифметического значения.

Среднее квадратичное отклонение варьирует в диапазоне от 0,04 до 14,48. Высокий показатель присутствует также в 2008 году из-за максимального значения в массиве и большого разброса данных. Наблюдается закономерность – чем больше измерений и, чем ниже максимальные показатели, тем меньше среднее квадратичное отклонение, соответственно, тем лучше среднее значение характеризует всю совокупность.

Диапазон коэффициента вариации находится в пределе от 0,82 до 10,73. Высокое значение выявлено в 2007, 2008, 2012 и 2015 годах, данные отклонения можно объяснить высокими максимальными показателями в массивах в эти года, что делает неоднородными наши данные. Низкое значение, сравнению с другими, наблюдается в те года, где было произведено меньше измерений (2006, 2009 и 2011 гг.).

Значение моды почти во всех точках сопоставимо с медианой, что говорит о том, что наиболее часто встречаемое значение в показателях, коррелирующее в массиве, является наиболее устойчивым к отклонениям. Исключение составляют 2008 и 2009 гг., в этих годах значение медианы отлично от моды. Также показатель моды со временем уменьшается, диапазон от максимального к минимальному составляет от 0,1 до 0,0025.

Диапазон варьирования концентраций в 2008 году увеличился по причине того, что максимальные показатели в данном году заметно выросли, поскольку их брали под факельными точками. Точки под техногенными объектами имеют максимальные показатели во всем массиве. Эти мы можем объяснить высокие значения остальных показателей таких, как дисперсия, медиана, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации. Похожая ситуация наблюдается в 2012 году, но не так заметно. Также в этом году было наибольшее количество подфакельных точек с максимальным значением. Данные этих лет являются наиболее показательными в плане отрицательного антропогенного воздействия на территорию.

**Марганец.** ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2006 году по минимальным и максимальным показателям вариация значений содержания марганца составила от 0,0009 мг/дм<sup>3</sup> до 0,071 мг/дм<sup>3</sup>. Значения показателей в контрольных и подфакельных точках ниже, чем в фоновых. По минимальным значениям превышений не обнаружено, по максимальным и средним показателям есть незначительные превышения. По всему массиву значения медианы и моды равняется 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее квадратичное отклонение – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, что показывает небольшое отклонение от нормы в фоновых, контрольных и подфакельных точках. Коэффициент вариации относительно небольшой, также, как и дисперсия, что говорит об однородности показателей и незначительном разбросе данных.

В 2007 году количество измерений увеличилось в 3,2 по сравнению с 2006 годом. Диапазон варьирования концентраций по минимальным и максимальным значениям показателей увеличился и составил от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,206 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в подфакельных пунктах ниже, чем в фоновых и контрольных. Превышения наблюдаются по максимальным показателям. В массиве среднее значение не изменилось в сравнении с 2006 годом. Медиана и мода сопоставимы. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации небольшие.

В 2008 году количество измерений увеличилось до 495. Минимальное значение составляет 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, максимальное – 13,2 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в подфакельных пунктах ниже, чем в контрольных и фоновых. Среднее значение в массиве превышает нормы ПДК. Медиана и мода сопоставимы. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации стали выше.

В 2009 году количество измерений уменьшилось в 1,9 раз по сравнению с 2008 годом. Диапазон варьирования концентраций уменьшился и составил от 0,0005 мг/ дм<sup>3</sup> до 0,049 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдаются превышения по максимальным

значениям во всех пунктах, по минимальным и средним показателям превышений ПДК не обнаружено. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации небольшие. Мода сопоставима. Медиана составила 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2010 году количество измерений было произведено в 331 пункте. Варьирование концентраций по максимальным и минимальным показателям – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,029 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения обнаружены по максимальным показателям во всех пунктах. Значение в фоновых пунктах немного выше, чем в контрольных и подфакельных. В массиве среднее значение, дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации практически не изменились в сравнении с 2009 г. Медиана сопоставима, мода уменьшилась на 50%.

В 2011 году количество измерений изменилось с 331 на 253. Минимальные и средние показатели во всех пунктах одинаковые. Максимальные превышают нормы ПДК. Диапазон варьирования концентраций составляет от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,097 мг/дм<sup>3</sup>. В массиве среднее значение не изменилось в сравнении с предыдущим годом. Мода и медиана сопоставимы. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации незначительно увеличились.

В 2012 году количество измерений увеличилось в 1,6 раз. Диапазон концентраций уменьшился и варьирует от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдаются превышения по максимальным показателям во всех пунктах (0,05 мг/дм<sup>3</sup>). Значения показателей в фоновых, контрольных и подфакельных пунктах одинаковы. В массиве показатели почти не изменились с предыдущим годом. Превышений не наблюдается, кроме максимальных значений.

В 2015 году количество измерений увеличилось в 1,5 раза. Показатели в фоновых и подфакельных пунктах одинаковые. В контрольных пунктах среднее значение ниже в 2 раза. Наблюдаются превышение по максимальным показателям. Диапазон концентраций минимальных и максимальных показателей варьирует в пределах от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,084 мг/дм<sup>3</sup>. Мода

уменьшилась. Медиана составила 0,003 мг/дм<sup>3</sup>. Оставшиеся показатели незначительно увеличились.

Количество измерений 2016 года уменьшилось в 1,8 раза. Диапазон варьирования концентраций – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,22 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в контрольных пунктах выше, чем в фоновых и подфакельных. Значения в подфакельных пунктах ниже, чем в фоновых. Медиана и мода сопоставимы. Среднее значение, дисперсия и среднее квадратичное отклонение незначительно изменились. Коэффициент вариации увеличился и составил 2,36 мг/дм<sup>3</sup>.

Для визуализации варьирования концентраций марганца в пробах снежного покрова составлена таблица 4 со статистическими параметрами (среднее, медиана и т.д.), на рисунке 20 представлен график количества превышений Mn над ПДК.

Таблица 4

## Статистические характеристики содержания марганца

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	112	360	495	255	331	253	398	580	329
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,0009	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,0005	0,0005
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,071	0,206	13,2	0,049	0,029	0,097	0,05	0,11	0,22
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,005	0,005	0,003	0,003
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,014	0,008	0,098	0,0067	0,0046	0,0056	0,008	0,014	0,0077
Дисперсия	0,00014	0,00015	0,79	0,000034	0,0000198	0,000007	0,000097	0,000046	0,000033
Среднее квадратичное отклонение	0,012	0,012	0,889	0,0058	0,0044	0,0084	0,0098	0,021	0,018
Коэффициент вариации	0,85	1,49	9,11	0,87	0,97	1,507	1,16	1,5464	2,36
Мода	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,05	0,0005	0,0005



Рис. 20. Количество превышений значений марганца над ПДК, шт.  
(составлено автором)

Вариация значений медианы от минимального к максимальному составляет от  $0,001 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,003 \text{ мг/дм}^3$ . Сопоставимость медианы со средним значением наблюдается в 2006, 2007, 2009, 2010 и 2011 годах. Заметные отличия среднего показателя и медианы можно объяснить тем, что на них влияет значение максимального показателя. Чем он выше, тем выше среднее значение.

Диапазон варьирования среднего квадратичного отклонения составляет от 0,0044 до 9,11. Самое высокое значение наблюдается в 2008 году. Чем больше среднее квадратичное отклонение, тем выше будет дисперсия. Самый высокий показатель дисперсии (0,79) также наблюдается в 2008 году из-за высокого максимального показателя.

Значение коэффициента вариации находится в диапазоне от 0,85 до 9,11. Самое высокое значение наблюдается в 2008 году. Высокое значение коэффициента вариации объясняется тем, что, где больше измерений и где диапазон варьирования от минимального к максимальному больше, тем будет выше коэффициент вариации.

Диапазон варьирования концентраций в 2008, 2015 и 2016 годах увеличен по причине того, что наблюдаются превышения в контрольных точках. Больше всего проб отбиралось по этим пунктам. Данные годы являются наглядным показателем экологического загрязнения территории.



**Никель.** ПДК<sub>вр</sub> – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2006 диапазон варьирования концентраций никеля от минимальных до максимальных показателей составляет от 0,0009 мг/дм<sup>3</sup> до 0,08 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в подфакельных точках не превышают норм ПДК. Значения в контрольных и фоновых точках одинаковы. Наблюдаются превышения максимальных значений (0,08 мг/дм<sup>3</sup>). Остальные показатели в пределах нормы.

В 2007 году количество измерений увеличилось по сравнению с 2006 годом в 2,4 раза. В фоновых и подфакельных точках превышений не наблюдается. В контрольных – превышения максимального (24 мг/дм<sup>3</sup>) и среднего значений (0,64 мг/дм<sup>3</sup>). Диапазон варьирования концентраций от минимальных до максимальных показателей увеличился – от 0,0002 до 24 мг/дм<sup>3</sup>. В массиве также идет превышение максимального и среднего значений. Мода и медиана сопоставимы. Поскольку максимальное значение намного превышает норму ПДК, соответственно, увеличилась дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации.

В 2008 количество измерений также возросло по сравнению с 2007 годом в 1,7 раза. Диапазон варьирования концентраций никеля уменьшился – от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 1.5 мг/дм<sup>3</sup>. Во всех пунктах наблюдается превышения по максимальным показателям, также в фоновых и контрольных точках наблюдаются превышения по средним значениям. В массиве также по среднему показателю наблюдается незначительное превышение норм ПДК (0,02 мг/дм<sup>3</sup>). Остальные показатели по сравнению с предыдущим годом уменьшились, коэффициент вариации также высокий. Медиана и мода сопоставимы.

В 2009 году количество измерений уменьшилось в 2 раза. Превышение максимального значения наблюдается в подфакельном пункте. Остальные показатели в пределах нормы. Диапазон варьирования концентраций никеля составил – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,04 мг/дм<sup>3</sup>. В массиве мода и медиана

уменьшились в 2 раза. Коэффициент вариации сильно уменьшился. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение незначительно изменились.

В 2010 году количество измерений увеличилось с 264 до 332. Диапазон варьирования концентраций составляет – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Значения показателей в фоновых, подфакельных и контрольных пунктах примерно одинаковы и не превышают норм ПДК. В массиве значение моды сопоставимо с предыдущим годом, медиана уменьшилась в 2 раза, среднее квадратичное отклонение составляет 0,002 мг/дм<sup>3</sup>. Коэффициент вариации уменьшился.

В 2011 году количество измерений сократилось в 1,3 раза. Диапазон варьирования концентраций увеличился по сравнению с 2010 годом – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,97 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в контрольных и подфакельных пунктах выше, чем в фоновых. Везде наблюдаются превышения по максимальным показателям. Превышения по среднему показателю присутствуют в подфакельных точках. В массиве значения моды и медианы не изменились. Дисперсия уменьшилась почти в 4 раза. Коэффициент вариации увеличился и составил 2,5 мг/дм<sup>3</sup>. Среднее квадратичное отклонение составило 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2012 году количество измерений увеличилось в 1,6 раз. Диапазон варьирования концентраций уменьшился и составил - от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,016 мг/дм<sup>3</sup>. В контрольных пунктах наблюдается превышение по максимальному значению. В фоновых и подфакельных пунктах превышений нет. В массиве превышений по средним, максимальным и минимальным показателям не наблюдается. Значения остальных показателей схожи с 2010 годом. Стоит отметить, что как в 2010, так и в 2012 наблюдается минимальное количество превышений по показателям.

В 2015 году количество измерений увеличилось в 1,5 раз. Диапазон варьирования концентраций - от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,009 мг/дм<sup>3</sup>. Превышений во всех пунктах не наблюдается. Значения примерно также одинаковы. Дисперсия уменьшилась по сравнению с 2012 годом. Коэффициент вариации

и среднее квадратичное отклонение практически не изменились. Медиана и мода уменьшились.

В 2016 году количество измерений уменьшилось и составило 330. Диапазон варьирования концентраций минимальных и максимальных значений - от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,025 мг/дм<sup>3</sup>. В подфакельных пунктах наблюдаются превышения по максимальным значениям. В массиве дисперсия и коэффициент вариации увеличились. Медиана и мода составили 0,0005 мг/дм<sup>3</sup>.

Для визуализации варьирования концентраций никеля в пробах снежного покрова составлена таблица 5 со статистическими параметрами (среднее, медиана и т.д.), на рисунке 21 представлен график количества превышений Мп над ПДК.

Таблица 5

## Статистические характеристики содержания никеля

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	134	320	539	264	332	253	399	580	330
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,08	24	1,5	0,04	0,01	0,097	0,016	0,009	0,025
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,0069	0,01	0,004	0,0025	0,0025	0,0025	0,0014	0,0005
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,0097	0,47	0,019	0,004	0,0032	0,0044	0,003	0,0016	0,0013
Дисперсия	0,00017	7,23	0,01	0,00001	0,000004	0,00012	0,000004	0,000001	0,0000027
Среднее квадратичное отклонение	0,01286	2,69	0,11	0,0039	0,002	0,011	0,002	0,001	0,0016
Коэффициент вариации	1,33	5,72	6,197	0,98	0,63	2,5	0,71	0,69	1,299
Мода	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0005	0,0005



Рис. 21. Количество превышений значений никеля над ПДК, шт.  
(составлено автором)

Диапазон варьирования значений медианы от минимального к максимальному составил от  $0,0005 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ . Медиана и средние показатели примерно одинаковы во всех пунктах, кроме тех, где максимальные показатели высокие (2007 и 2008 гг.), соответственно, средние показатели намного выше, чем медиана. То есть, мы можем говорить о том, что показатели никеля соответствуют нормальному распределению.

Высокие значения среднего квадратичного отклонения и дисперсии также наблюдаются в 2007 году, где значение максимального показателя никеля составляет  $24 \text{ мг/дм}^3$ .

Диапазон значений коэффициента вариации составил от 0,69 до 5,72. Его изменения связаны как со значениями максимальных показателей, так и с количеством измерений и диапазоном варьирования концентраций.

В наборе данных 2007 и 2008 гг. больше точек воздействий наблюдается в контрольных пунктах. В основном это единичные пункты с ДНС.

**Свинец.** ПДК<sub>вр</sub> –  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ .

В 2006 году диапазон варьирования концентраций свинца по максимальным и минимальным показателям составил от  $0,002 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,14 \text{ мг/дм}^3$ . Значения в фоновых пунктах выше, чем в контрольных, но ниже подфакельных. В контрольных, фоновых и подфакельных пунктах и во всем массиве наблюдаются превышения по максимальным и средним показателям.

Медиана и мода составляют 0,05. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации меньше 1.

В 2007 году количество измерений увеличилось в 2 раза в сравнении с 2006 годом. Диапазон варьирования концентраций – от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,067 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения по максимальным и средним показателям наблюдаются во всех пунктах. В фоновых пунктах значения максимальных и средних чуть выше, чем в контрольных и факельных. Во всем массиве значения средних и максимальных показателей также превышают норму ПДК. Мода сопоставима со значением в 2006 году. Медиана уменьшилась. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации также меньше 1.

В 2008 году количество измерений составило 545, то есть увеличилось в 1,9 раз. Диапазон варьирования концентраций от минимального к максимальному увеличился – от 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 2,2 мг/дм<sup>3</sup>. Также наблюдается превышения по максимальным и средним показателям в фоновых, контрольных, подфакельных пунктах. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение меньше 1. Коэффициент вариации увеличился и составил 3,3. Мода сопоставима. Медиана составила 0,013 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2009 году количество измерений уменьшилось в 2 раза. Диапазон варьирования концентраций свинца уменьшился – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,025 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения по максимальным показателям присутствует во всех пунктах (фон, контроль, факел). В фоновых пунктах наблюдается превышение норм ПДК по среднему показателю и составляет 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. Во всем массиве дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации меньше 1. Мода сопоставима. Медиана – 0,003 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2010 году количество измерений составило 331. Диапазон варьирования концентраций от минимального до максимального уменьшился и составил от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения по максимальному значению наблюдаются в контрольных и подфакельных пунктах. Мода уменьшилась до 0,001. Медиана – 0,0025 мг/дм<sup>3</sup>. Дисперсия увеличилась и составила - 5,5. Коэффициент вариации незначительно увеличился.

В 2011 году количество измерений уменьшилось в 1,3 раза. Диапазон варьирования концентраций составил от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,0148 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдаются превышения по максимальным показателям. В подфакельном пункте самое высокое превышение. Мода и медиана равны 0,0025. Среднее и минимальное в пределах нормы. По максимальному значению наблюдается превышение. Остальные показатели ниже 1.

В 2012 году количество измерений увеличилось в 1,6 раз. Диапазон варьирования концентраций – от 0,00005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,021 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в фоновых, контрольных и подфакельных пунктах примерно одинаковы. Наблюдаются превышения по максимальным показателям. Во всем массиве также превышения по максимальным показателям. Мода и медиана сопоставимы. Коэффициент вариации и среднее квадратичное отклонение ниже 1.

В 2015 году количество измерений увеличилось и составило 580. Диапазон варьирования – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,64 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в контрольных точках по максимальным и средним показателям незначительно выше, чем в фоновых и подфакельных. Наблюдается превышения по максимальным значениям. В массиве также превышения только по максимальному показателю. Коэффициент вариации увеличился – 7,35. Мода и медиана уменьшились. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации меньше 1.

В 2016 году количество измерений уменьшилось в 1,8 раз. Диапазон варьирования концентраций минимальных и максимальных значений – от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,014 мг/дм<sup>3</sup>. Значения фоновых показателей выше контрольных и подфакельных. Наблюдаются превышения по максимальным показателям.

Для визуализации варьирования концентраций свинца в пробах снежного покрова составлена таблица 6 со статистическими параметрами (среднее, медиана и т.д.), на рисунке 22 представлен график количества превышений Pb над ПДК.

## Статистические характеристики содержания свинца

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	134	294	545	261	331	255	405	580	330
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,0009	0,001	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,00005	0,0003	0,0005
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,14	0,067	2,2	0,025	0,02	0,0148	0,021	0,64	0,014
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,007	0,013	0,003	0,0025	0,0025	0,0025	0,0015	0,001
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,025	0,03997	0,005	0,0023	0,0023	0,0035	0,0036	0,0018
Дисперсия	0,0009	0,00056	0,0178	0,000025	5,60E-06	0,000033	0,000008	0,000071	0,000035
Среднее квадратичное отклонение	0,0297	0,024	0,13	0,00499	0,0024	0,0018	0,0028	0,027	0,00187
Коэффициент вариации	0,67	0,96	3,34	0,96	1,03	0,79	0,81	7,35	1,03
Мода	0,05	0,05	0,05	0,005	0,001	0,0025	0,0025	0,0005	0,0005



Рис. 22. Количество превышений значений свинца над ПДК, шт.

(составлено автором)

Значения характеристик медианы и среднего значения примерно одинаковы между собой во всех годах, кроме 2008 года. Сильных скачков и изменений не наблюдается.

Также значения показателей дисперсии и среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации не велики, сильные изменения

наблюдаются в тех годах, где сильные превышения по максимальному Значению (2008, 2015 гг.).

Диапазон варьирования моды изменяется от 0,05 в 2006 году до 0,0005 в 2016 году.

Как и в случае с никелем, наибольшее количество точек воздействий наблюдается в контрольных точках в 2008 году рядом с ДНС, также наибольшее количество проб отбиралось в этих пунктах. Если смотреть по всем годам, то в подфакельных пунктах заметных превышений не наблюдается. Следовательно, данные не являются показателем антропогенного воздействия на окружающую среду.

**Цинк.** ПДКвр – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2006 году диапазон варьирования концентраций цинка от минимального до максимального составил от 0,008 мг/дм<sup>3</sup> до 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Значения показателей в фоновых пунктах выше значений контрольных и подфакельных. Наблюдаются превышения по максимальным и средним показателям. Во всем массиве также превышения максимального и среднего значений. Мода, медиана, дисперсия и среднее квадратичное отклонение меньше 1.

В 2007 году количество измерений увеличилось в 3 раза по сравнению с 2006 годом. Диапазон варьирования концентраций уменьшился и составил от 0,002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,39 мг/дм<sup>3</sup>. Значения фоновых показателей выше контрольных, но ниже подфакельных. По максимальным и средним значениям наблюдаются превышения как в подфакельных, контрольных и фоновых пунктах, так и во всем массиве. Медиана и мода сопоставимы. Оставшиеся показатели практически не изменились.

В 2008 году увеличилось количество измерений до 520. Диапазон варьирования концентраций сильно увеличился – от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 14,2 мг/дм<sup>3</sup>. Значения максимальных показателей в фоновых и контрольных пунктах высокие. Максимальных и средние показатели превышают нормы



ПДК. Медиана и мода сопоставимы. Дисперсия, коэффициент вариации и среднее квадратичное отклонение увеличились.

В 2009 году количество измерений уменьшилось в 2 раза. Значения максимальных показателей значительно уменьшились, но также превышают нормы ПДК. Диапазон варьирования концентраций составил – от 0,001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,11 мг/дм<sup>3</sup>. Медиана и мода сопоставимы. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации в сравнении с предыдущим годом уменьшились.

В 2010 году количество измерений увеличилось в 1,3 раза. Диапазон варьирования концентраций уменьшился и составил – 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,13 мг/дм<sup>3</sup>. Значения фоновых показателей ниже контрольных и подфакельных. Максимальные значения превышают ПДК во всех пунктах и в массиве. Значительных изменений по остальным показателям не наблюдается.

В 2011 году количество измерений уменьшилось в 1,4 раза. Диапазон варьирования концентраций увеличился – от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,68 мг/дм<sup>3</sup>. Значения максимальных и средних показателей превышают нормы ПДК во всех пунктах и в массиве.

В 2012 году количество измерений увеличилось в 1,6 раза. Диапазон варьирования концентраций – от 0,002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,33 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в контрольных пунктах выше, чем в фоновых и подфакельных пунктах. Наблюдаются превышения максимальных и средних значений. Мода и медиана сопоставимы.

В 2015 году количество измерений составило 580. Максимальные и средние показатели превышают нормы ПДК. Значения в контрольных точках выше, чем в фоновых и подфакельных. Диапазон варьирования концентраций – от 0,0013 мг/дм<sup>3</sup> до 0,4 мг/дм<sup>3</sup>. Медиана и мода равны 0,0025 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2016 году количество измерений уменьшилось до 330. Диапазон варьирования концентраций составил – от 0,0025 мг/дм<sup>3</sup> до 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Значения в подфакельных пунктах ниже контрольных и фоновых. Средние и максимальные значения превышены во всех пунктах и в массиве. Медиана

равно 0,009 мг/дм<sup>3</sup>. Мода не изменилась с 2015 и составила 0,0025 мг/дм<sup>3</sup>. Остальные показатели незначительно изменяются в сравнении с предыдущими годами.

Для визуализации варьирования концентраций цинка в пробах снежного покрова составлена таблица 7 со статистическими параметрами (среднее, медиана и т.д.), на рисунке 23 представлен график количества превышений Zn над ПДК.

Таблица 7

## Статистические характеристики содержания цинка

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	135	417	520	262	331	253	405	580	330
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	0,002	0,001	0,0012	0,0005	0,0025	0,002	0,0013	0,0025
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,39	14,2	0,11	0,13	0,68	0,33	0,4	0,3
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,038	0,01	0,0169	0,01	0,01	0,023	0,02	0,0025	0,009
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,042	0,017	0,14	0,018	0,014	0,03	0,024	0,017	0,03
Дисперсия	0,0027	0,00069	1,13	0,00044	0,00026	0,0023	0,0012	0,000898	0,0019
Среднее квадратичное отклонение	0,05	0,026	1,06	0,02	0,016	0,048	0,035	0,02997	0,043
Коэффициент вариации	1,23	1,59	7,786	1,13	1,17	1,6	1,4	1,78	1,61
Мода	0,05	0,01	0,01	0,01	0,005	0,05	0,025	0,0025	0,0025

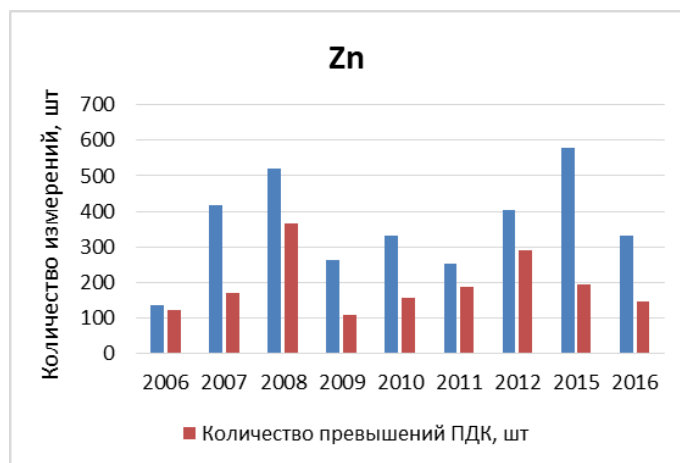


Рис. 23. Количество превышений значений цинка над ПДК, шт.  
(составлено автором)

Как и в ситуации с предыдущими элементами, на значительные превышения значений показателей медианы, среднего квадратичного отклонения, коэффициента вариации, дисперсии влияет значение максимального показателя. Наиболее отличные значения цинка от остальных наблюдаются в 2008 году.

Значения максимальных показателей по цинку в основном наблюдаются в контрольных пунктах (450 м от факела/свечи). В 2007 году наблюдаются превышения в подфакельных пунктах, стоит также отметить, что количество проб составило около 100 (в 2 раза меньше, чем в контрольных пунктах). Данный год является показателем отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду.

**Хром.** ПДК<sub>вр</sub> – 0,02 мг/дм<sup>3</sup>.

В 2006 году диапазон варьирования концентраций составил от 0,0002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,24 мг/дм<sup>3</sup>. Превышения наблюдаются по максимальному показателю в контрольных пунктах. Во всем массиве превышения также только по максимальному показателю. Медиана и мода сопоставимы. Остальные показатели небольшие.

В 2007 году диапазон варьирования концентраций от минимального к максимальному составил от 0,0002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Количество измерений увеличилось в 2,5 раза. Во всем массиве превышений не

обнаружено. Мода и медиана сопоставимы с предыдущим годом. Коэффициент концентрации уменьшился.

В 2008 году диапазон варьирования концентраций увеличился и составил от 0,0002 мг/дм<sup>3</sup> до 1 мг/дм<sup>3</sup>. Количество измерений увеличилось в 1,9 раз. Превышения наблюдаются по максимальным показателям (1 мг/дм<sup>3</sup>) в контрольных и фоновых точках. В массиве медиана и мода сопоставимы с предыдущим годом. Увеличился коэффициент концентрации, поскольку значение по максимальным показателям также увеличилось.

В 2009 году диапазон варьирования концентраций составил от 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Превышений не обнаружено по всем показателям. Количество измерений уменьшилось в 2 раза. Мода и медиана уменьшились и составили 0,001.

В 2010 году количество измерений увеличилось в 1,4 раза. Диапазон варьирования концентраций составил от 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдаются превышения в контрольных точках по максимальным показателям. По остальным показателям превышений не обнаружено. Медиана сопоставима с предыдущим годом. Мода увеличилась до 0,1. Остальные показатели незначительно изменились.

В 2011 году диапазон варьирования концентраций составил 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Общие показатели во всех трех пунктах (контрольные, фоновые, подфакельные) одинаковы. Превышений не обнаружено. Количество измерений уменьшилось в 1,5 раза. Мода и медиана составили 0,01. Коэффициент вариации уменьшился до 0,74.

В 2012 году диапазон варьирования концентраций составил от 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Количество измерений увеличилось в 1,6 раза. Превышений не обнаружено как отдельно по каждым пунктам, так и во всем массиве. Мода сопоставима с предыдущим годом. Медиана составила 0,004 мг/дм<sup>3</sup>. Остальные показатели изменились незначительно.

В 2015 году количество измерений увеличилось в 1,5 раза. Диапазон варьирования концентраций составил от 0,0001 мг/дм<sup>3</sup> до 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

Превышений не обнаружено. Медиана составила 0,005 мг/дм<sup>3</sup>, мода сопоставима с предыдущими годами.

В 2016 году диапазон варьирования концентраций увеличился - от 0,0005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,02 мг/дм<sup>3</sup>. Количество измерений уменьшилось в 1,8 раз. Превышений по показателям не обнаружено. Мода и медиана составили 0,005.

Превышения хрома по максимальному показателю наблюдается в контрольных пунктах в 2008 (5 точек), в 2006 (1 точка) и в 2010 (1 точка) годах. Если в предыдущих годах значения максимальных показателей заметно влияло на остальные статистические характеристики, то в этом случае, превышения почти не влияют на них. Исключение составляет коэффициент вариации, где мы можем наглядно наблюдать как количество точек и диапазон варьирования концентраций влияет на его значение.

Данные диапазоны варьирования концентраций приведенных лет являются наиболее показательными в плане нейтрального антропогенного воздействия на территорию.

Для визуализации варьирования концентраций хрома в пробах снежного покрова составлена таблица 8 со статистическими параметрами (среднее, медиана и т.д.), на рисунке 24 представлен график количества превышений Zn над ПДК.

Таблица 8

## Статистические характеристики содержания хрома

[составлено автором]

Статистические характеристики	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015	2016
Количество измерений, шт.	116	288	536	262	371	252	393	580	330
Минимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005
Максимальное, мг/дм <sup>3</sup>	0,24	0,02	1	0,02	0,047	0,0125	0,023	0,01	0,023
Медиана, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,003	0,02	0,001	0,001	0,01	0,004	0,005	0,005
Среднее, мг/дм <sup>3</sup>	0,018	0,0099	0,022	0,0027	0,0039	0,0065	0,0058	0,00519	0,0072
Дисперсия	0,0048	0,00087	0,01	0,00019	0,00024	0,00023	0,00002	0,00012	0,00017

Среднее квадратичное отклонение	0,022	0,009	0,1	0,0043	0,0049	0,0048	0,0045	0,0035	0,0041
Коэффициент вариации	1,23	0,94	4,8	1,59	1,266	0,74	0,77	0,68	0,57
Мода	0,02	0,02	0,02	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,005



Рис. 24. Количество превышений значений хрома над ПДК, шт.  
(составлено автором)

Исходя из выше проделанной работы и опираясь на значения предельно допустимых концентраций для водоёмов рыбохозяйственного назначения, мы можем составить градацию нормативов тяжелых металлов и их влияния на состояние территории (таблица 9).

Таблица 9

Нормативы тяжелых металлов и их влияние  
на состояние территории, мг/дм<sup>3</sup> [составлено автором]

Состояние территории	Fe	Mg	Ni	Cr	Zn	Pb
Нормальное	<0,1	< 0,01		<0,02		<0,005
Загрязнение	выше 0,1	выше 0,01		выше 0,02		выше 0,005

Выбирая данные индексы, мы ориентировались на такие показатели, как мода, среднее значение, процентное соотношение количества измерений и количества превышений.

Например, наиболее часто встречаемое значение в массиве концентраций железа является  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , мы взяли его за коэффициент ПДК. Процентное соотношение показало, что 87% значений меньше или равно  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ , оставшиеся 13% встречаются единично и/или сильно отклоняются от выбранного нами значения. Количество измерений, которые не превышают наши индексы (таблица 9) по никелю и марганцу, показало 98% и 84%, по хрому и цинку – 99% и 66%, по свинцу – 73%.

Точки отбора проб по каждому металлу были вынесены на карты. На них мы можем наглядно увидеть самые загрязненные места лицензионных участков нашей территории (ПРИЛОЖЕНИЯ 2 – 7).

Самыми загрязненными лицензионными участками по железу оказались Сахалинский, Приобский и Приразломный участки. По никелю – Тундринский, Новобыстринский, Вачимский, Северо-Юрьевский, Савуйский. По никелю также в 2007 году (24) и в 2008 (1-1,5) наблюдаются максимальные превышения. По свинцу, хрому, марганцу и цинку – Приобский участок.

Как говорилось выше, максимальные превышения по элементам обнаружены в 2007 и 2008 годах. Такие единичные отклонения в конкретных годах можно объяснить тем, что именно в это время были какие-то отклонения, аномалии, либо несанкционированные выбросы. Также большое влияние оказывает трансграничный перенос воздушных масс.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геоэкологическая оценка территории Сургутского полесья за 2006-2012, 2015, 2016 гг. показала следующее:

Наиболее загрязняющими металлами являются железо, марганец, свинец и цинк. По данным показателям наблюдаются превышения на протяжении всех лет. Максимальные превышения за все года наблюдаются в 2007 и 2008 годах, по сравнению с ними, в последующих годах таких превышений не повторяется. Что может говорить об улучшении состояния территории. В основном превышения наблюдаются в подфакельных и контрольных пунктах.

Для анализа большого объема данных хорошо использовать такую статистическую обработку, как мода. Благодаря данной функции, мы можем узнать какое значение показателей наиболее часто фигурирует на исследуемой нами территории.

При нормальном распределении для прогноза лучше использовать средние показатели значений. При ненормальном, как в нашем случае, лучше использовать значения показателей медианы, поскольку для выборки с несимметричным распределением, медиана будет отличаться от среднего. То есть, если имеется длинный хвост распределения, то медиана нагляднее отражает центральное значение.

Анализ полученных карт показал пункты отбора проб, где обнаружены наибольшие значения по максимальным показателям. Самыми загрязненными лицензионными участками по железу оказались Сахалинский, Приобский и Приразломный участки. По никелю – Тундринский, Новобыстринский, Вачимский, Северо-Юрьевский, Савуйский. По свинцу, хрому, марганцу и цинку – Приобский участок.

Для описания и характеристики геоэкологического состояния территории достаточно методов статистического и картографического анализа.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Книжные издания

1. Simonich S.M., Motorykin O., Jariyasopit N. PAN intermediates: Links between the atmosphere and biological systems // Chemico-Biological interactions, 2010.
2. Андросова Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование (Геоэкологическое картирование): Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2000. – 98 с.
3. Антоненков А. Г. Мониторинг снежного покрова: Метод. указания. – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2003. – 16 с.
4. Апкин Р.Н., Минакова Е.А. А76 Экологический мониторинг: учебное пособие/ Р.Н. Апкин, Е.А. Минакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 127 с.
5. Ардаков Г.Н. Использование снежного покрова в городах для оценки их влияния на окружающую природную среду: автореф. дис. канд. тех. наук. Самара, 2004. – 21 с.
6. Атлас торфяных ресурсов СССР, 1968; Лисс, Березина, 1981
7. Атлас Тюменской области. / Под ред. В.А.Земского, М. – Тюмень, 1971. Т.1
8. Афанасьев Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб.пособие / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин и др. – М.: МНЭПУ, 2001. – 208 с.
9. Ашихнина Т.Я. Экологический мониторинг: учеб.пособие / Т.Я. Ашихнина. – М.: Академия, 2005. – 416 с.
10. Барановский, В.И., Принципы выделения экологически опасных зон в болотных экосистемах Западной Сибири. Структурно-функциональная организация и динамика лесов // В. Барановский, В. Седых, Материалы Всерос. конф. – Красноярск, 2004. – с. 116-118.

11. Большаков В.А. Аэротехногенное загрязнение снежного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация / В.А. Большаков, Н.М. Краснова, Т.Н. Борисочкина. – М.: изд-во Почвенного ин-та им. В.В.Докучаева, 1993. – 92 с.
12. Борздова, Т. В. Основы статистического анализа и обработка данных с применением Microsoft Excel: учеб. пособие / Т. В. Борздова. – Минск: ГИУСТ БГУ, 2011. – 75 с.
13. Валетдинов А.Р. Технология комплексной оценки влияния промышленных объектов на загрязненность тяжелыми металлами природных сред по результатам мониторинга снежного покрова: автореф. дис. канд. тех. наук. Казань, 2006. – 19 с.
14. Валетдинов Р.К., Горшкова А.Т., Валетдинов А.Р. Эколого-геохимическая оценка загрязненности снежного покрова тяжелыми металлами. // Вестник Татарстанского отделения РЭА, 2004, №2, с.43-46.
15. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман И.О. Мониторинг загрязнения снегового покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
16. Геохимия окружающей среды / Саев Ю.У. [и др.]. М.: Недра, 1990. – 335 с.
17. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика [текст]: учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2000.
18. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. М.: Мир, 2005. 295 с.
19. Горшков М.В. Экологический мониторинг: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.
20. Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата: Сборник научных трудов кафедры ЮНЕСКО Югорского государственного университета / Под ред. М.В. Глаголева, Е.Д. Лапшиной. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2008. Вып. 1. 227 с.
21. Дмитриев М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде / М.Т. Дмитриев, Н.И. Казнина, И.А. Пинигина – М.: Химия, 1989. – 260 с.

22. Долгова Л.С., Гаврилова И.П. Особенности почв средне- и северотаежных подзон Западной Сибири (в пределах Тюменской области) // Природные условия Западной Сибири. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. Вып.1. С. 77–90.
23. Дорожукова С.Л., Янин Е.П. Экологические проблемы нефтегазодобывающих территорий Тюменской области. – М.: ИМГРЭ, 2004. – 56 с.
24. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды: учебник для вузов / Ю.А. Израэль - М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
25. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. – Изд-во наука, Новосибирск, 1990. – 283 стр.
26. Квавцов И.В., Лапшина Е.Д. Озерно-Болотные комплексы Сургутского полесья/ И.В. Квавцов, Е.Д. Лапшина//West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past and Present. – 2011. – С. 26-27.
27. Ковда В.А. Изучение миграции и трансформации загрязняющих веществ / В.А. Ковда, А.С. Керженцев // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – с. 252-256.
28. Кораблев Г.Г. Геохимическая оценка экологического состояния г. Миасса и его окрестностей. // Сб. Экологические исследования в Ильменском гос. Заповеднике, Миасс, 1994, – ИГЗ, – С. 148-177
29. Лезин В.А. Реки ХМАО / Справ. пособие. Тюмень: Изд-во «Вектор Бук», 1999, 160 с.
30. Лезин В.А., Тюлькова Л.А. Озера Среднего Приобья /комплексная характеристика/. – Тюмень, 1994.
31. Мазулина О.В. Экологический мониторинг атмосферного воздуха / О.В. Мазулина, Я.А. Полонский. – Волгоград.: ВолгГАСУ, 2004. – 74 с.
32. Методические рекомендации по оценке загрязнения городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами. – М.: изд-во Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева, 1990. – 32 с

33. Нестеров Е.М. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном и почвенном покровах центральной части Санкт-Петербурга / Е.М. Нестеров, Л.М. Зарина // Вестник МГОУ. 2009. – № 1. с. 12-14.
34. Многопользовательские базы геоданных: конфигурация и управление. Рабочая тетрадь. Версия курса 2.0 – Esri CIS, Москва. – 2014 г. – 193 с.;
35. Обзор состояния окружающей среды города Сургута 1993–2003 гг. Сургут: Дефис, 2003 – 148 с.
36. Петров А.М. Содержание тяжелых металлов в снежном покрове территории РГПУ им. А.И. Герцена / А.М. Петров // Школа экологической геологии: Мат. конф. – СПб., 2004. с. 268–270.
37. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 768 с.
38. Перечень нормативов ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: изд-во ВНИРО, 1999. – 305 с.
39. Пинский Д.Л. Тяжелые металлы и окружающая среда/ Д.Л.Пинский. – М.: Дрофа, 1997. – 116 с.
40. Постановление от 14 февраля 2013 года N 56-П О территориальной системе наблюдения за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ямало-Ненецкого автономного округа.
41. Ревич Б.Н., Саэт Ю.И., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
42. Романова Е.А. Зональные типы болот. Врезка М. 1:1250 000 на карте «Растительность Западно-Сибирской равнины». М.: ГУГК, 1976. 4 л.
43. Саэт Ю.И., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Наука, 1990. – 335 с.
44. Седых, В.Н. Парадоксы в решении экологических проблем Западной Сибири //В.Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 2005. – 170 с.

45. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде: справочник / М.Т. Дмитриев, Н.И. Казнина, И.О. Пинигина. – М.: Химия, 1989. – 368 с.
46. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2000. – 350 с., ил., стр. 240-245
47. Смагунова А.Н. Методы математической статистики в аналитической химии: учебн. пособие / А.Н. Смагунова, О.М. Карпукова. – Иркутск.: изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 339 с.
48. Статистический анализ данных и способы представления результатов исследования: Учебно-методическое пособие к курсам «Экспериментальная психология» и «Психодиагностика» / Е.Г. Заверткина, Н.Г. Рукавишникова. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2000. 47с.
49. Теория статистики: Учебник/Под ред. проф. Г.Л. Громыко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 476 с.
50. Хренов В.Я. Почвы Тюменской области: Словарь-справочник. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 156 с.
51. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири: Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1962. – 440 с.
52. Экологический мониторинг: Метод. Указания / Сост. В.Ю. Орлов, Н.С. Швыркова, А. Д. Котов; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2004. – 36 с.
53. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.

#### Электронные издания

54. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве: утв. Главным государственным санитарным врачом СССР От 15.05.1990 г., №5174-90: URL:<http://www.law.edu.ru/norm> (дата обращения: 21.05.2020).

55. Официальный сайт Esri об ArcGIS Desktop. – URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/manage-data/geodatabases> (Дата обращения: 18.03.2021).

56. Сайт администрации Сургутского района [Электронный ресурс]. URL: <http://hmao.kaisa.ru/> (Дата обращения: 15.04.2019).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

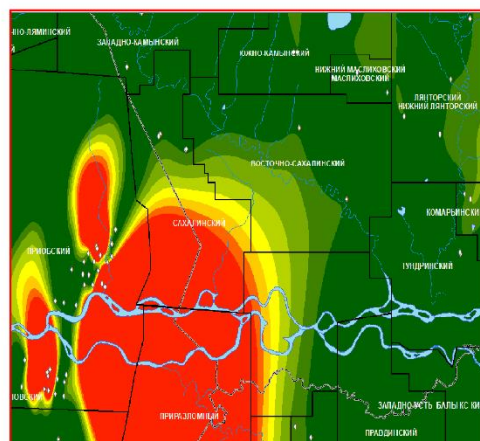
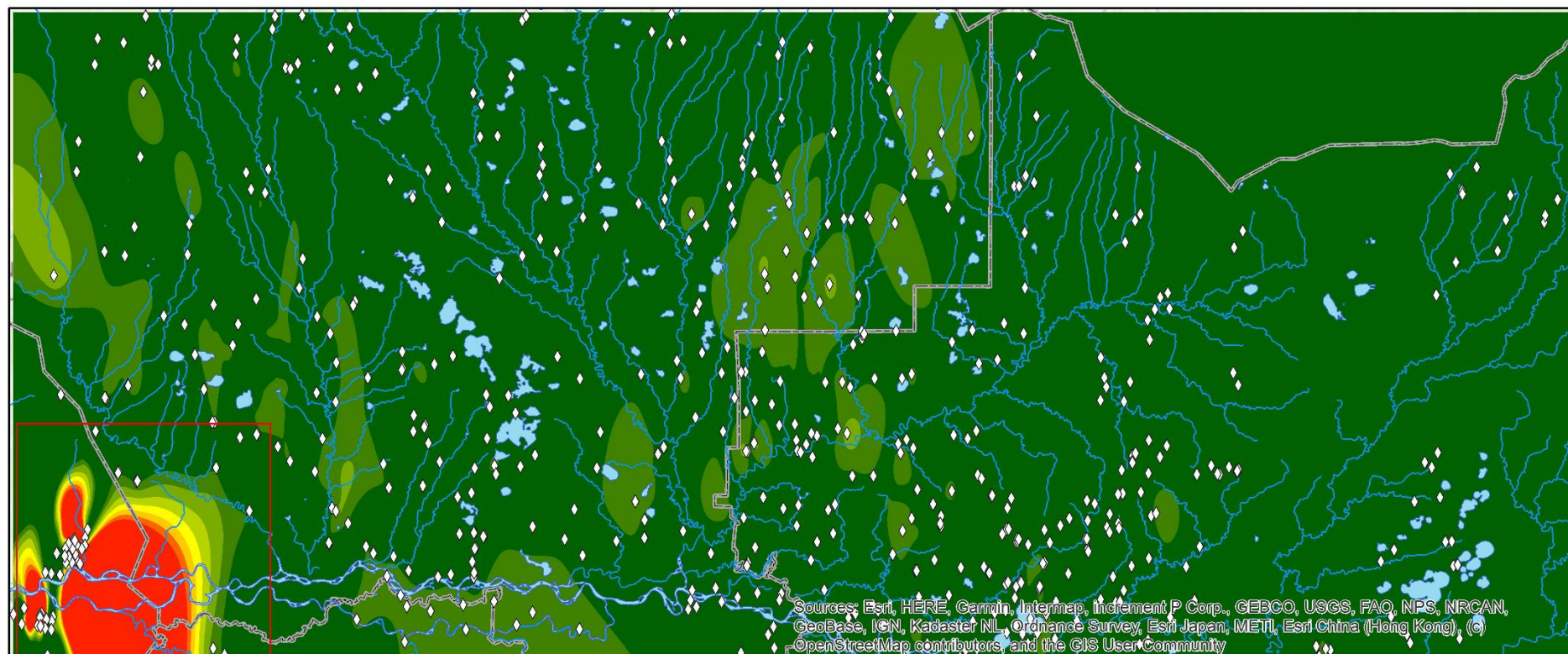
## Статистические характеристики содержания загрязняющих веществ в контрольных, фоновых и подфакельных пунктах мониторинга снегового покрова (2006-2012, 2015 и 2016 гг.)

Элемент мг/дм <sup>3</sup>		2006			2007			2008			2009			2010			ПДК р.х
		Контроль	Фон	Подфакельные	Контроль	Фон	Подфакельные	Контроль	Фон	Подфакельные	Контроль	Фон	Подфакельные	Контроль	Фон	Подфакельные	
Fe	Макс.	0,780	0,18	0,32	0,4	1,6	0,36	253,2	48,6	2,1	0,46	0,69	0,194	0,65	0,49	0,6	0,1
	Мин.	0,034	0,6	0,016	0,005	0,04	0,005	0,005	0,01	0,005	0,0025	0,0025	0,023	0,005	0,0025	0,0025	
	Среднее	0,189	0,032	0,122	0,0796	0,166	0,09	1,727	0,573	0,125	0,07	0,09	0,097	0,063	0,075	0,067	
	Кол-во проб	43	19	28	321	58	141	391	104	43	144	38	64	137	57	147	
Mn	Макс.	0,05	0,071	0,05	0,206	0,1	0,017	13,2	3,9	0,01	0,033	0,049	0,029	0,026	0,029	0,0225	40,0
	Мин.	0,001	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,005	0,001	0,001	0,0005	
	Среднее	0,013	0,017	0,012	0,0076	0,014	0,008	0,12	0,05	0,0079	0,01	0,01	0,0087	0,004	0,01	0,005	
	Кол-во проб	57	26	29	272	29	59	354	98	43	150	39	66	132	54	145	
Ni	Макс.	0,08	0,08	0,01	24	0,01	0,01	1,5	1	0,043	0,011	0,011	0,0432	0,01	0,009	0,01	0,01
	Мин.	0,001	0,001	0,0002	0,0002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	
	Среднее	0,011	0,0105	0,006	0,643	0,009	0,0059	0,021	0,02	0,005	0,003	0,0043	0,0051	0,003	0,004	0,003	
	Кол-во проб	73	30	31	233	44	43	381	96	62	154	43	67	133	53	146	
Pb	Макс.	0,05	0,120	0,14	0,067	0,05	0,05	2,2	1	0,05	0,02	0,0125	0,025	0,02	0,005	0,01	0,006
	Мин.	0,001	0,002	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,0005	0,0005	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	
	Среднее	0,037	0,041	0,065	0,0236	0,0451	0,0165	0,04	0,05	0,0149	0,004	0,01	0,0065	0,0025	0,0018	0,0023	
	Кол-во проб	73	30	31	222	29	43	388	95	62	153	41	67	133	53	145	
Cr	Макс.	0,24	0,02	0,025	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,01	0,01	0,02	0,047	0,010	0,01	0,02
	Мин.	0,0009	0,0002	0,0002	0,0004	0,0005	0,0002	0,0002	0,001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	
	Среднее	0,021	0,018	0,0097	0,0096	0,0174	0,0065	0,02	0,03	0,0048	0,003	0,005	0,0017	0,0038	0,004	0,0038	
	Кол-во проб	62	27	26	214	29	45	377	97	62	154	41	67	136	56	179	
Zn	Макс.	0,09	0,5	0,07	0,24	0,137	0,39	14,2	5,2	0,107	0,11	0,01	0,05	0,13	0,052	0,129	0,01
	Мин.	0,005	0,008	0,01	0,002	0,0025	0,006	0,001	0,005	0,003	0,00118	0,0001	0,004	0,0005	0,0005	0,0005	
	Среднее	0,032	0,062	0,047	0,0149	0,018	0,0204	0,16	0,08	0,0216	0,02	0,005	0,0122	0,014	0,010	0,015	
	Кол-во проб	77	31	27	286	30	101	380	98	42	155	41	66	132	54	145	

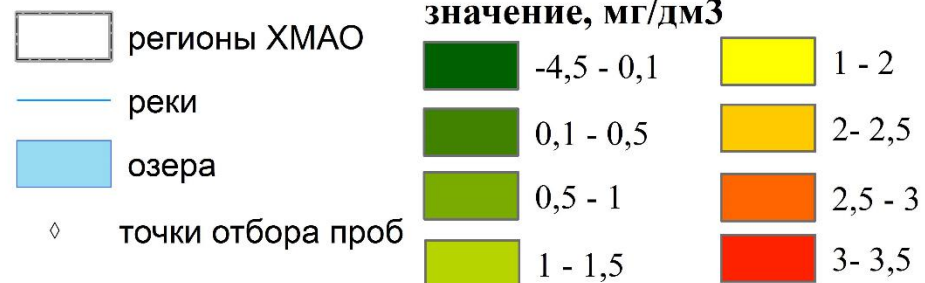
## Продолжение приложения 1

Элемент		Год	2011			2012			2015			2016		
			Контроль	Фон	Подфакел ьные	Контроль	Фон	Подфакел ьные	Контроль	Фон	Подфакел ьные	Контроль	Фон	Подфакел ьные
<b>Fe</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,25	0,185	0,25	1,6	0,35	3,84	1,0052	0,63	1,013	0,46	0,48	0,4261
	Мин.		0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,005	0,01	0,0025	0,005	0,005
	Среднее		0,06	0,07	0,06	0,07575	0,06487	0,106	0,0599	0,04118	0,1108	0,05484	0,05828	0,0594
	Кол-во проб		93	39	121	142	47	98	440	112	28	231	71	28
<b>Mn</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,035	0,08	0,097	0,046	0,05	0,05	0,101	0,11	0,0451	0,22	0,071	0,054
	Мин.		0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Среднее		0,01	0,01	0,01	0,0068	0,0142	0,0089	0,0134	0,0152	0,0107	0,007976	0,00749	0,005556
	Кол-во проб		95	37	121	220	52	126	426	126	28	229	73	27
<b>Ni</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,097	0,067	0,082	0,016	0,012	0,005	0,0073	0,009	0,0028	0,0079	0,005	0,025
	Мин.		0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Среднее		0,01	0,00	0,00	0,0033	0,00264	0,00278	0,001545	0,00162	0,001289	0,0012	0,00113	0,001914
	Кол-во проб		95	37	121	221	52	126	441	111	28	229	73	28
<b>Pb</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,009	0,009	0,0148	0,021	0,013	0,016	0,64	0,012	0,013	0,009	0,014	0,0079
	Мин.		0,0005	0,0005	0,0005	0,00005	0,00005	0,00005	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Среднее		0,00	0,00	0,00	0,0035	0,00327	0,0036	0,00415	0,00203	0,00291	0,001649	0,002	0,00248
	Кол-во проб		97	37	121	226	52	127	426	126	28	229	73	28
<b>Cr</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,0125	0,0125	0,0125	0,01	0,023	0,023	0,01	0,01	0,01	0,0164	0,023	0,0125
	Мин.		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
	Среднее		0,01	0,01	0,01	0,00646	0,00546	0,00476	0,005217	0,00474	0,006839	0,006968	0,00744	0,008385
	Кол-во проб		95	37	120	218	51	123	426	126	28	209	73	26
<b>Zn</b> (мг/дм <sup>3</sup> )	Макс.		0,68	0,155	0,095	0,33	0,075	0,09	0,4	0,101	0,098	0,26	0,3	0,0678
	Мин.		0,0025	0,0025	0,0025	0,004	0,005	0,002	0,0015	0,0013	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
	Среднее		0,03	0,03	0,03	0,0249	0,02637	0,0217	0,016893	0,016698	0,016968	0,02634	0,03155	0,01749
	Кол-во проб		95	37	121	226	52	127	425	127	28	234	70	26



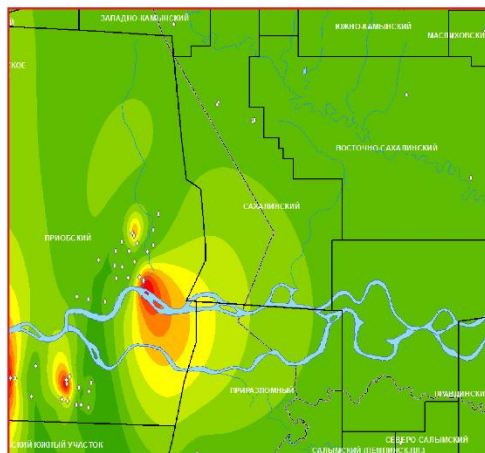
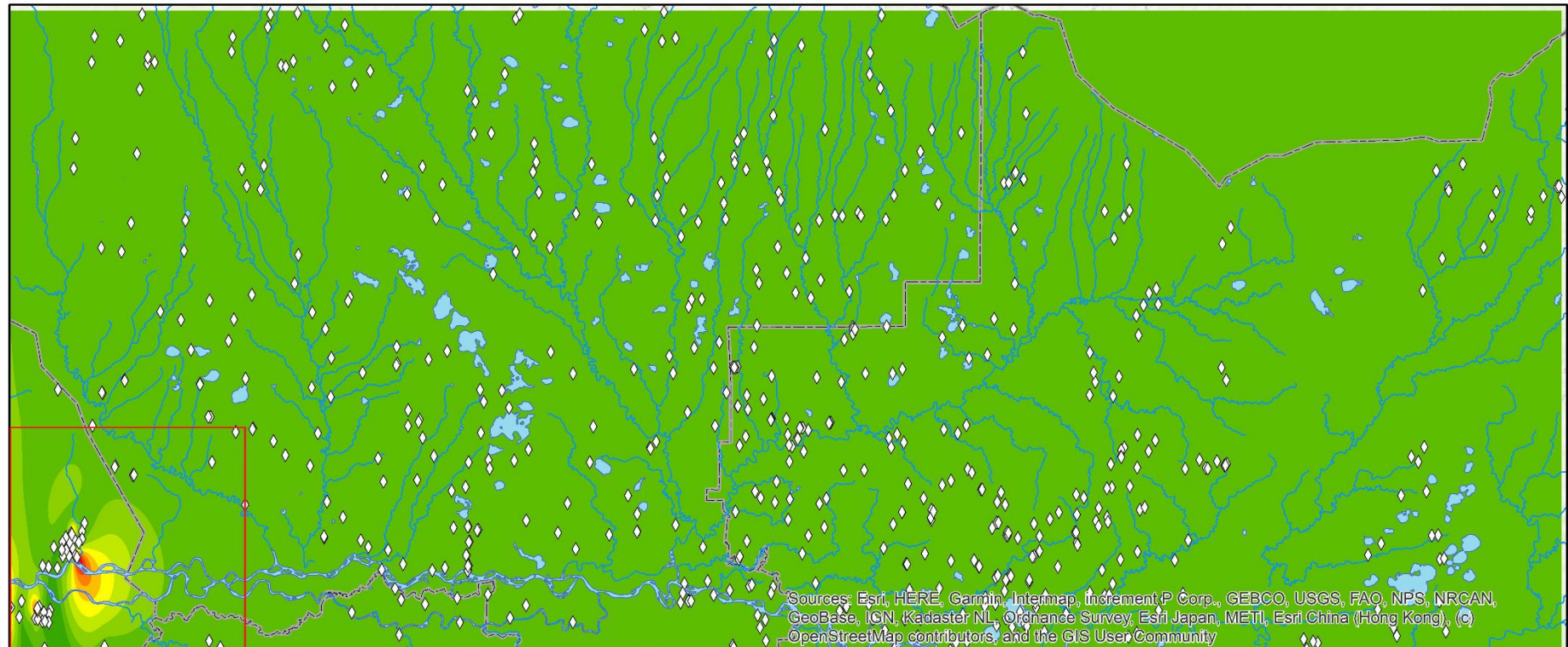
Карта-схема распределения концентраций железа, мг/дм<sup>3</sup>

## Условные обозначения Вариация концентраций Fe

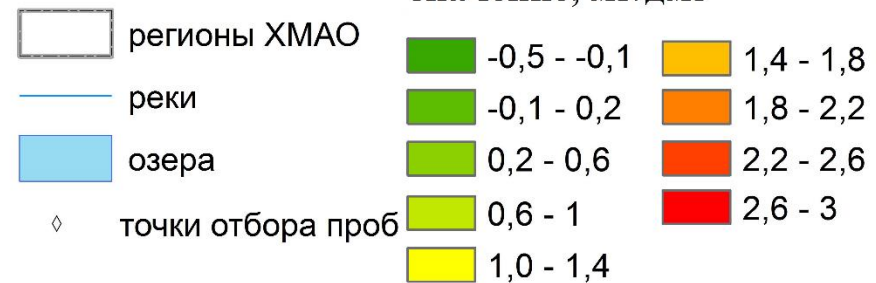


1:4 300 000

0 25 50 100 150 200 Miles

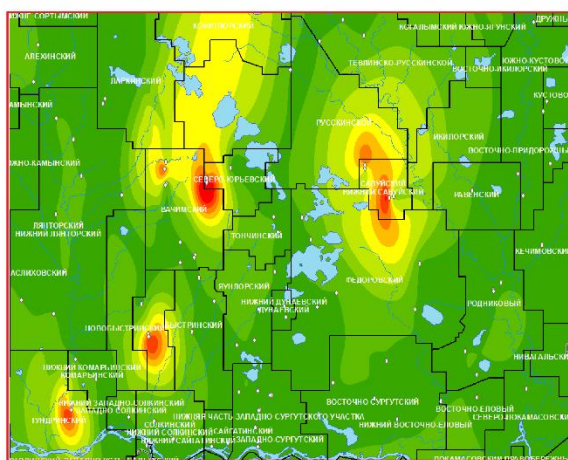
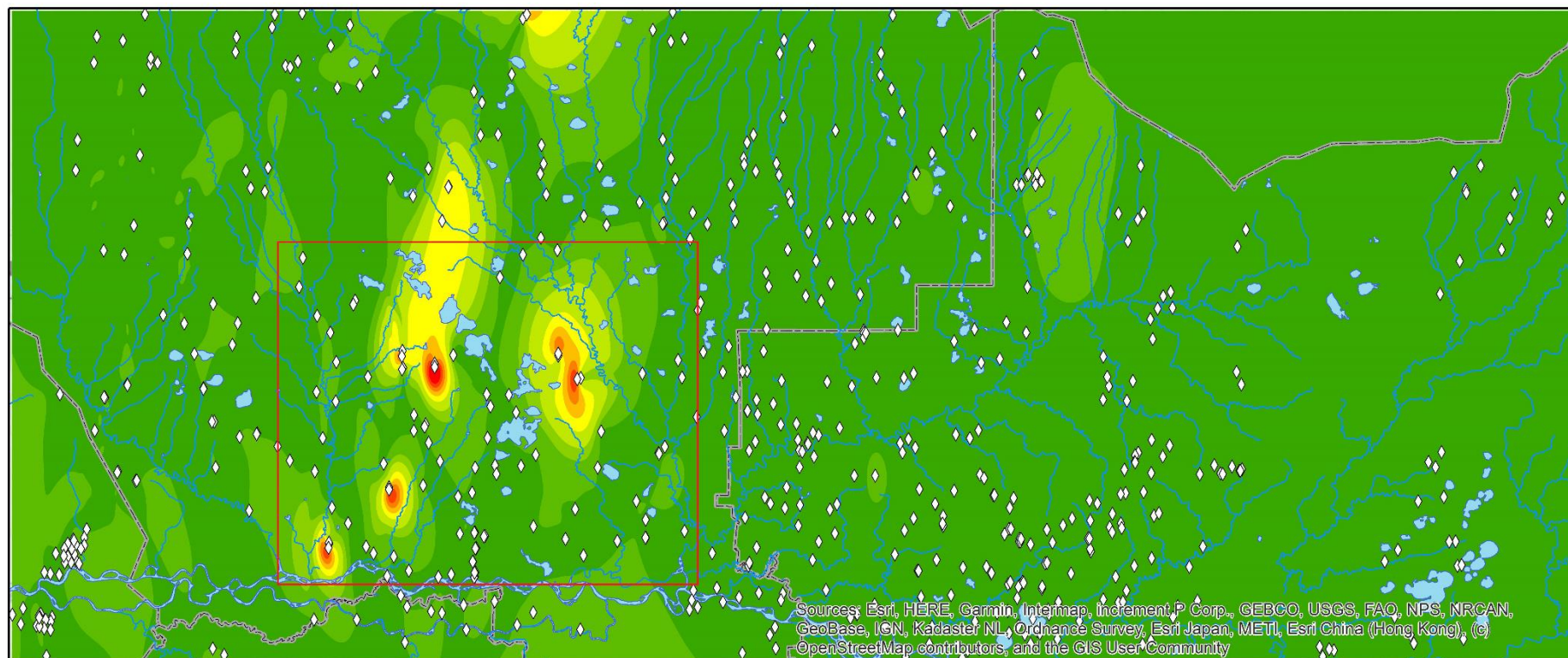
Карта-схема распределения концентраций марганца, мг/дм<sup>3</sup>

### Условные обозначения Вариация концентраций Mn значение, мг/дм<sup>3</sup>




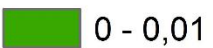








1:4 300 000



Карта-схема распределения концентраций никеля, мг/дм<sup>3</sup>

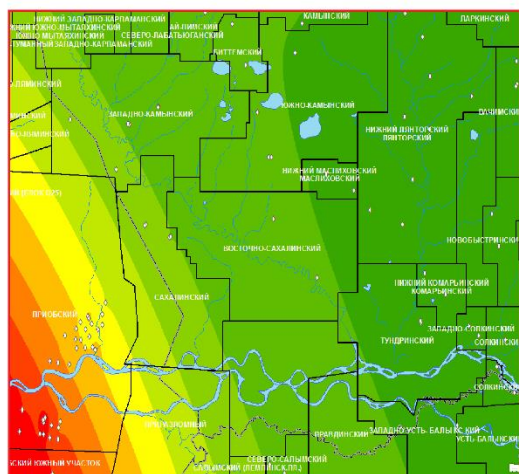
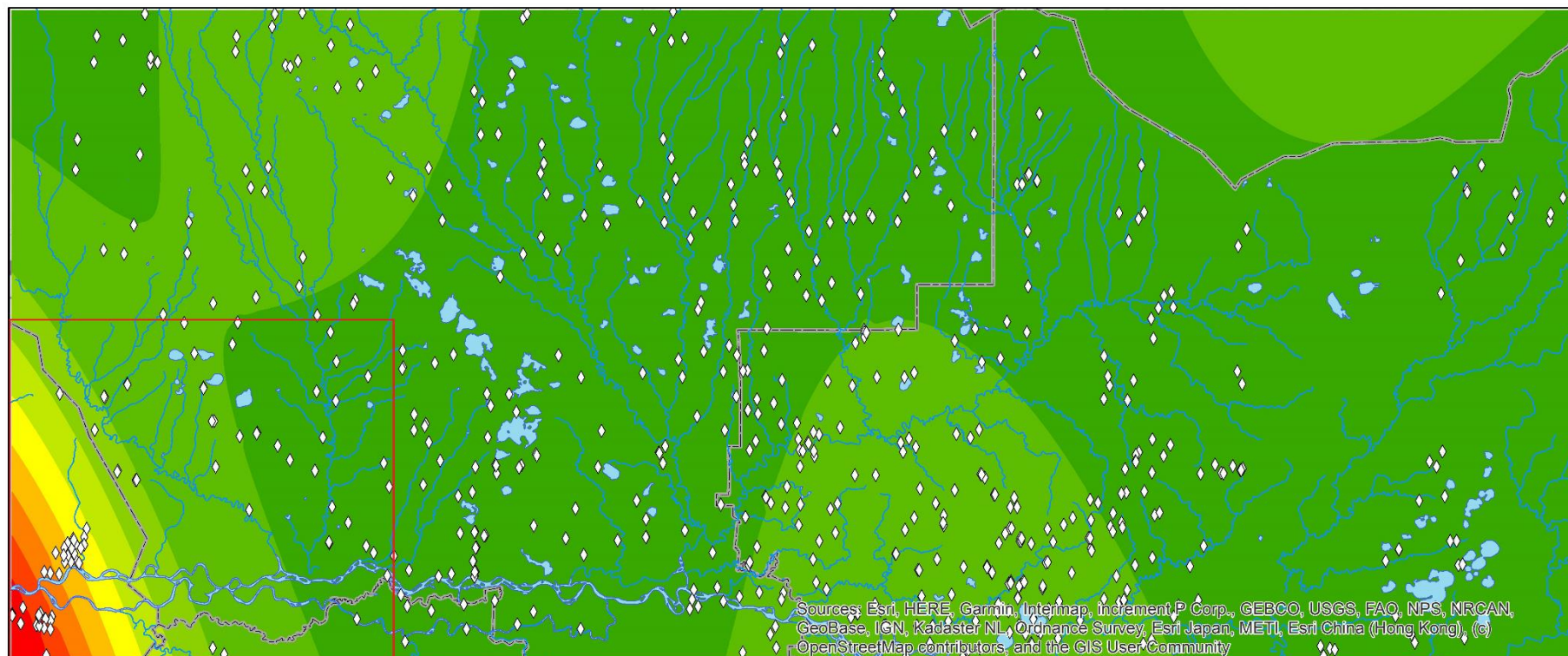
## Условные обозначения Вариация концентраций Ni

значение, мг/дм<sup>3</sup>


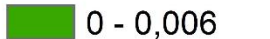



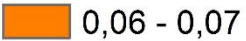

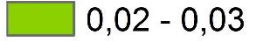


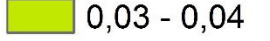
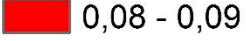

	регионы ХМАО		0 - 0,01		6,0 - 8
	реки		0,01 - 1		8,0 - 10
	озера		1,0 - 2		10,0 - 12
	точки отбора проб		2,0 - 4		12,0 - 14
			4,0 - 6		

1:4 300 000

0 25 50 100 150 200 Miles

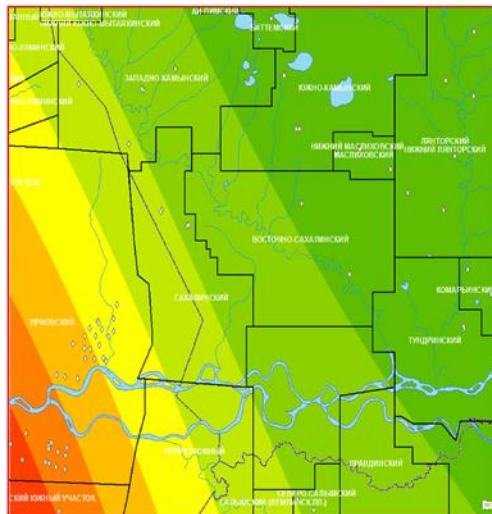
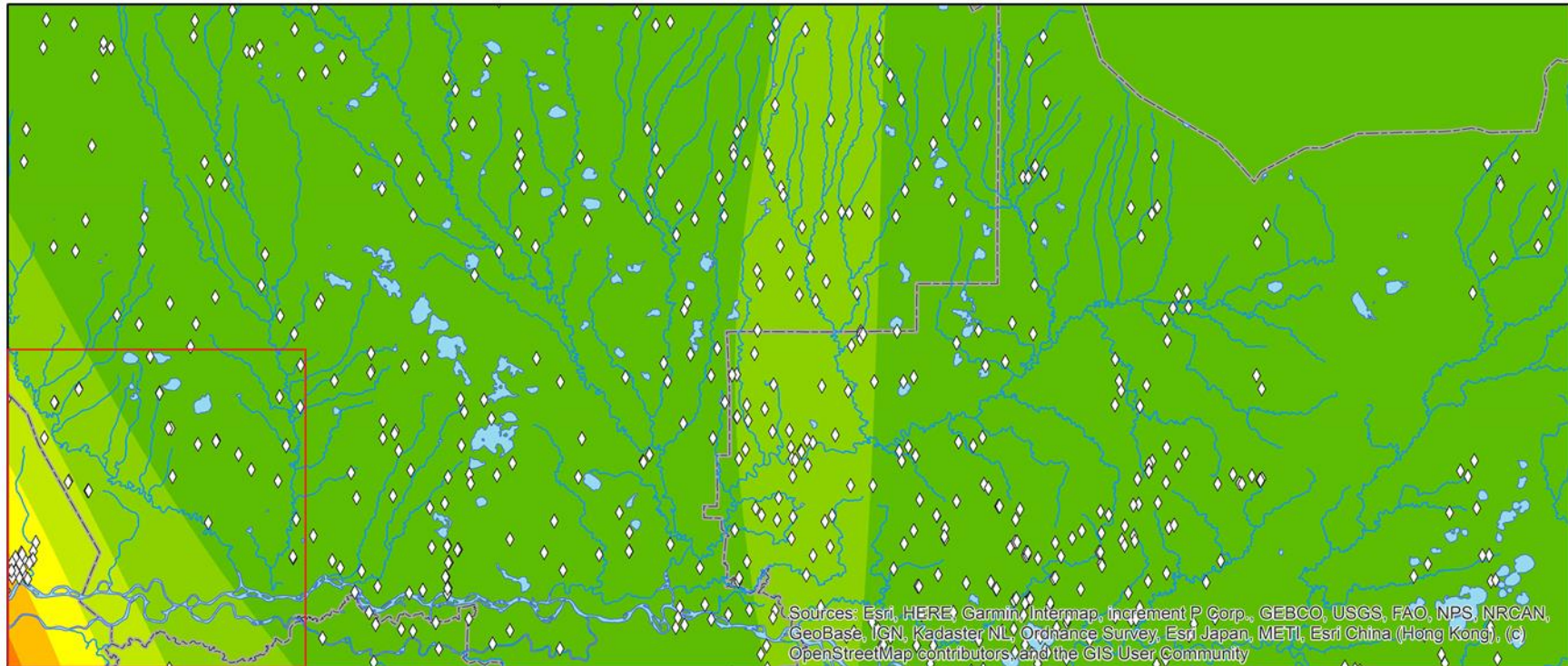
Карта-схема распределения концентраций свинца, мг/дм<sup>3</sup>

## Условные обозначения Вариация концентраций Pb

Условные обозначения		Вариация концентраций Pb значение, мг/дм <sup>3</sup>			
	регионы ХМАО		0 - 0,006		0,05 - 0,06
	реки		0,006 - 0,02		0,06 - 0,07
	озера		0,02 - 0,03		0,07 - 0,08
	точки отбора проб		0,03 - 0,04		0,08 - 0,09
			0,04 - 0,05		

1:4 300 000

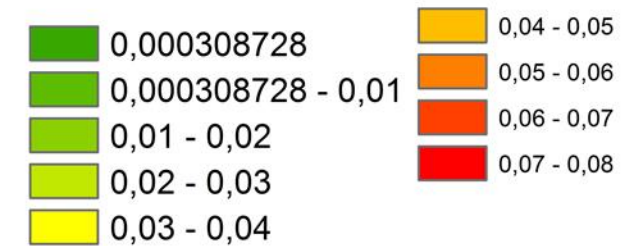


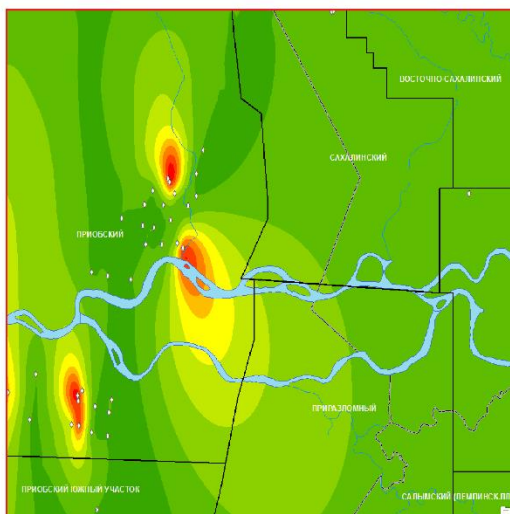
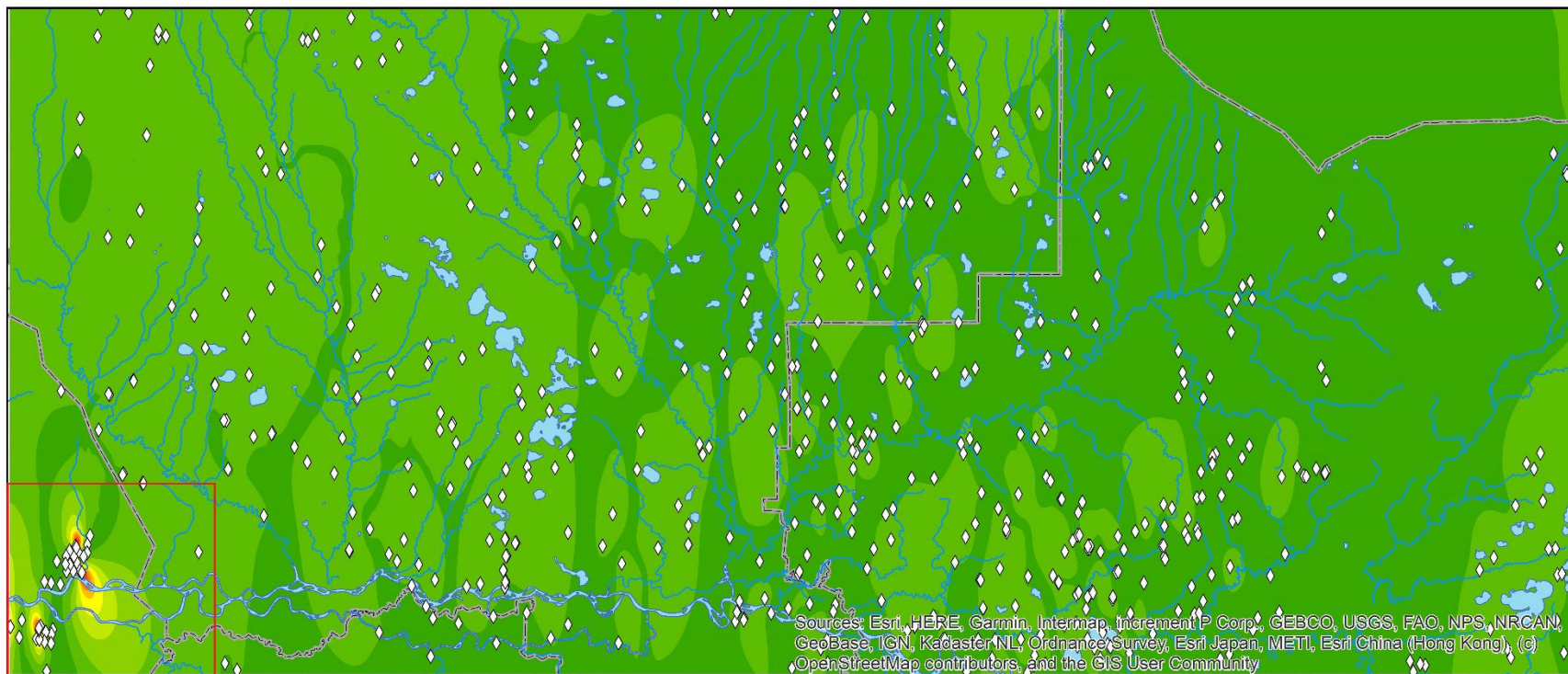
Карта-схема распределения концентраций хрома, мг/дм<sup>3</sup>


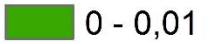


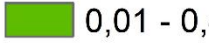








## Условные обозначения

-  регионы ХМАО
-  реки
-  озера
-  точки отбора проб

1:4 300 000

Вариация концентраций Cr  
значение, мг/дм<sup>3</sup>

Карта-схема распределения концентраций цинка, мг/дм<sup>3</sup>Условные обозначения Вариация концентраций Zn, значение, мг/дм<sup>3</sup>

	регионы ХМАО		0 - 0,01		1,6 - 1,9
	реки		0,01 - 0,4		1,9 - 2,3
	озера		0,4 - 0,8		2,3 - 2,7
	точки отбора проб		0,8 - 1,2		2,7 - 3,1
			1,2 - 1,6		

1:4 300 000

