

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Технологии геологической разведки»

Допускаю к защите

**Зав. кафедрой «Технологии геологической
разведки»** _____ **А.В. Мироманов**

« ____ » _____ **2014** года

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**«ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДСТВАМИ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СНЕГО-
ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ»**

пояснительная записка

01. 012. 00. 00 - ПЗ

обозначение документа

Разработал студент группы ГИС-09-1	_____	<u>Просекин С.Н.</u>
	подпись	
Руководитель	_____	<u>Мироманов А.В.</u>
	подпись	
Консультант	_____	<u>Хамидуллина Е.А.</u>
	подпись	
	_____	<u>Тонких М.Е.</u>
	подпись	
Нормоконтролер	_____	<u>Мироманов А.В.</u>
	подпись	

Иркутск - 2014

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта:

Руководитель диплома _____ / Мироманов А.В. /

Геология _____ / Тонких М.Е. /

Безопасность жизнедеятельности _____ / Хамидуллина Е.А. /

Консультант от производства _____ / Бычинский В.А. /

Научный консультант _____ / Паршин А.В. /

Календарный план

Разделы диплома	Месяцы, недели																			
	март					апрель					май					июнь				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Введение																				
Актуальность исследования																				
Анализ предметной области																				
Обзор используемых программных средств																				
Способ анализирования данных																				
Безопасность жизнедеятельности																				
Заключение																				
Оформление пояснительной записки																				
Защита диплома																				

Дата выдачи задания: _____

Руководитель проекта: _____ / Мироманов А.В. /

Заведующий кафедрой: _____ / Мироманов А.В. /

Задание принял к исполнению студент: _____ / Просекин С.Н. /

План выполнен: _____

Руководитель проекта: Мироманов А.В. " _____ " _____ 2014 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Календарный план.....	2
Дата выдачи задания: _____	2
Оглавление	3
Введение.....	4
Актуальность исследования.....	5
Глава 1. Анализ предметной области.....	9
Общие сведения об алюминии и его производство с точки зрения экологии.....	9
Местоположение и краткая история Иркутского алюминиевого завода	15
Предыдущие подобные исследования.....	19
Отбор проб.....	31
Аналитические работы.....	33
Глава 2. Обзор используемых программных средств	36
Microsoft Excel	36
pgAdmin (PostgreSQL/PostGIS)	38
Quantum GIS	40
Golden Software Surfer	44
Глава 3. Способы анализа данных.....	48
Данные, способ их хранения и используемые форматы данных	48
Статистическая обработка данных	50
Разработка метода создания моноэлементных карт	52
Выбор метода построения полиэлементных карт.....	61
Предварительные выводы об особенностях нагрузки.....	65
Заключение	67
Список литературы	69

ВВЕДЕНИЕ

Снеговой покров является исключительно благоприятным объектом при изучении загрязнения природной среды, так как обладает высокой сорбционной способностью. Химический состав снегового покрова формируется под влиянием ряда факторов: поступления различных химических примесей вместе с выпадающими атмосферными осадками, поглощения снегом газов из воздуха и оседания из атмосферы твердых частиц, взаимодействия снегового покрова с земной поверхностью (почвенно-растительным покровом). Несомненно, существенное влияние на химический состав снега оказывает деятельность человека.

В данной дипломной работе рассмотрена возможность оценки атмосферного загрязнения средствами геоинформационных технологий. Основная работа осуществлялась при помощи программных средств Golden Software Surfer и Quantum GIS. С помощью данных средств требовалось разработать эффективный метод создания моно- и полиэлементных полей с приемлемой точностью и отвечающим требованиям.

В качестве примера объектом исследования был выбран Иркутский алюминиевый завод т.к. исследуя предшествующие работы, был сделан вывод, что ИркАЗ, как промышленный центр оказывает мощное воздействие на состав атмосферных осадков, и на экосистемы в целом. Первая выливка алюминия была произведена в 1962 году, поэтому можно считать, что уже более полувека ИркАЗ является наиболее значимым источником загрязнения атмосферы иркутской промышленной зоны.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В условиях развития промышленного производства, роста численности населения городов, увеличения количества автотранспорта, освоения новых территорий усиливается техногенная нагрузка на окружающую среду. В частности, она проявляется в постоянном нарастании количества промышленных выбросов. Во многих городах промышленно развитых стран экологическая ситуация близка к критической. По интенсивности загрязнения такие города и прилегающие к ним зоны с аномальным содержанием загрязняющих веществ, являются согласно исследованиям Ж.Ж. Язикова, Х.Х. Таловской техногенными геохимическими субпровинциями. Опасная экологическая обстановка сложившаяся в урбанизированных регионах способствует развитию заболеваемости населения, наносит значительный ущерб окружающей среде. Исходя из вышесказанного, разработка новых методов, комплексной и оперативной оценки влияния промышленных объектов на природные экосистемы является весьма актуальной.

Одним из универсальных способов контроля над аддитивной нагрузкой на природные объекты и состоянием приземной атмосферы является мониторинг снегового покрова. Результаты исследований закономерностей изменения состава снегового покрова находят широкое применение не только для определения уровней загрязнения окружающей среды, но и для решения более сложных задач — определения мощности и вещественного состава выбросов предприятий.

Снег является долговременной депонирующей средой, он не оказывает активного химического, или биологического воздействия на компоненты газопылевых выбросов как, например, почвы. В нем не происходит, сколько-нибудь значимых изменений депонированных в нем веществ как техногенного, так и антропогенного происхождения. Снежный покров надежный индикатор состояния атмосферы, его состав дает информацию о пространственном распределении химических элементов и интенсивности воздействия

источников выбросов как за один снегопад, так и за весь период лежания снега (Головных и др., 2014). Необходимость проведения исследований снегового покрова связана еще и с тем, что атмосферные осадки не только отражают состояние атмосферного воздуха, но и являются составляющей баланса поверхностных вод, оказывают влияние на состояние почв, растительности, грунтовых вод.

Химический состав атмосферных осадков активно изучался на протяжении 100 лет. Отметим исследования Позднякова (1904), Вотинцева (1961 – 1981), Василенко (1985), Нецветаева (2000), Роговенко (2010), Бортникова (2013). Систематическое изучение химического состава атмосферных осадков на территории бывшего СССР было предпринято Е.С. Селезневой в 1957-1959 гг. К моменту создания в 1972 г. Международной сети Глобальной службы атмосферы (ГСА) фонового мониторинга под эгидой метеорологической организации (ВМО) в СССР был накоплен обширный теоретический материал физико-химических характеристик атмосферных осадков, выяснены основные особенности их географических изменений.

Впервые в нашей стране широкие научно-методические и прикладные геохимические исследования урбанизированных территорий были начаты под руководством Ю.Е. Саета в 1976 году (Методические ..., 1982; Геохимия ..., 1990). Эти исследования опирались, с одной стороны, на разработки А.П. Виноградова, В.В. Ковальского, В.А. Ковды и их последователей, а с другой – на опыт поисковой геохимии. Затем они были использованы при геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды (Методические ..., 1982) и поверхностных вод (Методические ..., 1985).

Целенаправленно методологические подходы в области геоэкологии разрабатывались Г.А. Голодковской (1989), Ю.Е. Саеком (1990), В.Н. Островским и Л.А. Островским (1993; 1994), Н.С. Касимовым (1995), Э.К. Буренковым, А.А. Кременецким, Е.П. Яниным, А.А. Головиным, Л.Н. Гинзбургом, Н.К. Грибановой (1997), В.И. Осиповым (1997), В.Т. Трофимовым (1997; 2000), Г.С. Вартамяном (2000; 2001), В.Е. Ольховатенко (2002; 2003),

О.Н. Грязновым (2002) и др. Однако, несмотря на большое количество исследований, посвященных оценке состояния окружающей среды посредством изучения состава снегового покрова, многие вопросы остаются дискуссионными. Так, например, нет обобщенных данных по составу снежного покрова, как региональных фоновых территорий, так и зон техногенно - ориентированной нагрузки, например, крупных теплоэлектростанций, металлургических и химических производств. В большей степени изучается содержание тяжелых металлов, пестицидов, но практически нет данных по минералогическому составу твердых аэрозолей.

Традиционные подходы, разработанные для мониторинга воздействия газопылевых выбросов, посредством подфакельного или сетевого отбора проб снегового покрова малоэффективны, т.к. любой современный промышленный центр это сложная система, где промышленные объекты тесно взаимосвязаны друг с другом сетью транспортных и технологических цепочек. Следовательно, мониторинг экологического состояния урбанизированных территорий должен базироваться на комплексном подходе исследования снегового покрова более широкого спектра элементов загрязнителей и особенностей распределения техногенной нагрузки. Для этого необходима разработка новых методов для оценки техногенной нагрузки на природные среды. Важнейшим и перспективным направлением изучения систем и процессов любой сложности являются геоинформационные технологии и физико-химическое моделирование.

Геоинформационная система – это внутренне позиционированная автоматизированная пространственная информационная система, создаваемая для управления данными, их картографического изображения и анализа. ГИС позволяет рассматривать полученные данные относительно их пространственных взаимоотношений, что позволяет проводить комплексную оценку ситуации и создает основу для принятия более точных и разумных решений в процессе управления. В самой концепции ГИС заложены всесторонние возможности сбора, интеграции и анализа любых

распределенных в пространстве или привязанных к конкретному месту данных. ГИС визуализирует имеющуюся информацию в виде карт, графиков или диаграмм, создает базы данных, интегрирует их с другими базами.

С помощью ГИС удобно моделировать влияние и распространение загрязнения от точечных и неточечных (пространственных) источников на местности. Результаты модельных расчетов можно наложить на природные карты, например карты растительности, или же на карты жилых массивов в данном районе. В результате можно оперативно оценить ближайшие и будущие последствия таких экстремальных ситуаций, как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей. По мере расширения и углубления природоохранных мероприятий одной из основных сфер применения ГИС становится слежение за последствиями предпринимаемых действий на локальном и региональном уровнях. Источниками обновляемой информации могут быть результаты наземных съемок. Использование ГИС эффективно и для экологического мониторинга, прогноза неблагоприятных последствий для экосистемы и её отдельных компонентов, вследствие работы промышленных предприятий.

Исходя из вышесказанного, сформулирована цель дипломной работы: рассмотрение возможности использования химического состава снега в оценке техногенной нагрузки методами геоинформационных технологий.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Изучение мирового опыта в данной области знаний.
2. Статистическая обработка данных.
3. Разработка метода картирования. Возможность интерполяции и аппроксимации данных на площади с учетом рельефа и особенностей исследования.
4. Выбор варианта построения многофакторных карт.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Геоинформационные системы (ГИС) позволяют согласованно представлять и комплексно анализировать информацию о пространственно распределенных объектах природной среды. Это выводит мониторинг окружающей среды на качественно новый уровень, поскольку от момента сбора информации до получения результатов необходимых для принятия решений проходит минимальное время.

Оптимальным способом представления информации является картографическое, где значения контролируемых параметров визуализированы (цветом или знаком) в соответствии с критериями оценки состояния природной среды геосистемы (Паршин и др., 2013). Требуется чтобы информационные материалы позволяли определять фоновое (природное) значение контролируемого параметра, обеспечивая визуальное ранжирование геоэкологической обстановки по принципу норма – допустимо – нехарактерно – опасно. Такой подход позволит эффективно обнаружить техногенное воздействие, определить его источник, и обеспечить однозначность выводов о состоянии природной среды. Решение этой задачи требует разработки вида представления исходной и конечной информации (графики, таблицы, однопризнаковые и многомерные карты), разработки классификаций визуальных представлений нормы (ПДК, ПДВ, фоновые значения), и выбора метода интерполяции исходных данных.

Общие сведения об алюминии и его производство с точки зрения экологии

Уровень развития промышленных технологий за последние полтора века шагнул далеко вперед. Современному человеку, особенно в большом мегаполисе, трудно представить себе жизнь без небоскребов и автомобилей, безопасной пищевой тары и упаковки, быстрых и комфортных перелетов и, конечно, бытовой техники. Между тем, одним из основных компонентов всех этих благ является алюминий.

В природе в виде руды он не встречается, что обуславливается его высокой реакционной способностью. В литосфере Земли в гранитно-метаморфической оболочке содержится 15,38 % Al_2O_3 (8,14% Al), в океанической коре – 15,02%, в осадочной оболочке океанов – 8,45 %. В земной коре по данным В.И. Лебедева и Н.В. Белова (Лебедев и др., 1989), алюминий играет роль аккумулятора солнечной энергии. Это связано с переходом Al в зоне гипергенеза из каркасных алюмосиликатов в слоистые слюды, что сопровождается поглощением энергии. В.С. Урсов (1987) посчитал, что разложение силикатов на поверхности Земли и их превращение в глины и песчаники, карбонаты, соляные отложения приводят к связыванию огромной энергии. Уменьшение энтропии осадочных пород по сравнению с исходными глубинными происходит еще за разделения осадков. Это приводит к большому разнообразию в строении коры, увеличению ее упорядоченности и понижению симметрии кристаллических решеток минералов по сравнению с эндогенными.

В терригенных осадочных породах (от кварцитов (силицитов) через песчаники, аргиллиты до латеритов) соотношение Al_2O_3 и SiO_2 закономерно изменяется.

Самые низкие концентрации Al в ультрабазитах (0,73%) и эвапоритах (0,03 %). Средние содержания Al в основных, средних и кислых породах составляют 8,7, 8,8, 7,7 %. Более высокие концентрации характерны для щелочных пород (9,4%) и осадочных, особенно глинистых, пород (10,45%). В крайних дифференциатах основных пород – анортозитах – содержится до 24-25 % Al , он накапливается там вместе с кальцием. Содержания Al в метаморфических породах зависят полностью от состава протолита, так как при метаморфизме количество Al зафиксировано в бокситах – 28-60 % Al_2O_3 .

По количеству минералов (около 550) алюминий среди металлов уступает только железу. Среди них 315 силикатов и алюмосиликатов, остальные относятся ко всем классам соединений. Даже там, где он не является главным компонентом, Al в качестве примеси входит в большинство магматических минералов.

В осадочных глинах и корках выветривания распространены галлуазит, каолинит, иллит, монтмориллонит, гидрослюды и минералы бокситов – диаспор $HClO_2$, бемит $AlO(OH)$, гиббсит $Al(OH)_3$. Это главные промышленные минералы алюминия. При воздействии растворов, содержащих серу, на богатые Al эффузивы образуется криолит $KAl_3(SO_4)_2(OH)_2$, а также цеолиты.

Промышленное значение имеют алуниты и нефелины, однако, в основном, его добывают из бокситов, хотя известно несколько сот минералов алюминия (алюмосиликаты, алуниты и т. п.), абсолютное большинство которых не подходит для получения металла.

Обладая замечательными физическими свойствами, обуславливающие широчайший спектр его применения, алюминий в масштабах промышленного использования практически полностью вытеснил своих конкурентов, уступая лишь железу. Ковкий, пластичный, устойчивый к коррозии, а это значит, что и срок службы изделий из него значительно повышается. Кроме того, к списку достоинств стоит добавить легкость в переработке.

К ценным свойствам можно отнести и его низкую плотность, что обуславливает его малый вес: примерно в три раза меньше по сравнению с медью, цинком или сталью. В чистом виде это мягкий металл, однако, образуя сплавы с другими элементами, прочность алюминия существенно возрастает, что обеспечивает большой диапазон полезных свойств.

Корунд - это очень твердая кристаллическая форма оксида алюминия. Он используется в качестве абразивного материала и по твердости уступает только алмазу.

Именно эти качества объясняют высокую потребность в этом металле в современной макроэкономической модели, кроме того, изобретение способа получения алюминия дало совершенно невероятный толчок научно-техническому прогрессу: целые отрасли за короткий промежуток времени добились потрясающих успехов в своем развитии. Авиастроение, космическая отрасль, автомобилестроение, пищевая и многие другие виды промышленности обязаны своими достижениями этому химическому

элементу. Если на минутку представить современный мир без алюминия, вряд ли нам будет также удобно и комфортно в нем, как сейчас.

Алюминий – амфотерный элемент, основность его повышена в четвертой координации и понижена в шестерной. В тетраэдрической координации он создает анион – алюмокислородный тетраэдр $(AlO_4)^{5-}$, подобный кремнекислородному $(SiO_4)^{4-}$. Это приводит к формированию огромного семейства алюмосиликатов. В октаэдрической координации он является катионом Al^{3+} , входя в силикаты (например, Al_2SiO_5), сульфаты, хлориды. На воздухе Al покрывается пленкой оксида Al_2O_3 , защищающей его от плотного окисления. Алюминий легко образует соединения с галогенами, при повышенных температурах – сульфаты, сульфид, нитрид. Известны алюмоорганические соединения. Он легко гидролизуется и относится к элементам-гидролизатам, образует комплексные соединения, в том числе с органическими соединениями. В гипергенных процессах мигрирует в виде коллоидных растворов и взвесей.

Несмотря на высокую энергоемкость получения металлического алюминия, его производство из года в год растет, его вырабатывают больше, чем любого другого цветного металла. Он востребован электротехнической промышленностью – ведь алюминий в три раза легче меди и только на треть уступает ей в электропроводности. Высокая теплопроводность наряду с химической стойкостью делает этот металл незаменимым в холодильниках и теплообменниках. Он используется в мощных рефлекторах, экранах, радиаторах и атомной промышленности. Алюминий легко обрабатывается, но непрочен, его прочность увеличивается в сплавах.

Технологический процесс получения алюминия привел к возникновению серьезных экологических проблем, а именно образованию большого количества токсичных отходов.

Меньшими затратами на электроэнергию и влиянием на окружающую среду характеризуется технология производства алюминия с использованием заранее обожженных анодов, которая практикуется на многих европейских и

американских алюминиевых заводах. Аноды обжигают в огромных газовых печах, а затем опускают в расплав, укрепив в анододержателе. Израсходованные электроды заменяют новыми, а оставшиеся «кончики» отправляют на переработку.

Производство алюминия является исключительно энергоемким. Поэтому алюминиевые заводы наиболее выгодно строить в регионах, где есть свободный доступ к источникам электроэнергии.

В настоящее время электролит алюминиевых электролизеров состоит из обогащенного фтористым алюминием криолит-глиноземного расплава с добавками фторидов кальция, магния или лития, снижающими температуры плавления. Поэтому, определение состава электролита, а именно содержания кальция, магния, алюминия, натрия и фтора является важной аналитической

Несмотря на высокую промышленную ценность, производство алюминия, как и любая металлургия, сопряжено с экологическими рисками. Это и выбросы загрязняющих веществ, приводящие к изменению экологической обстановки, образованию токсичных отходов и высокому потреблению энергии. Основные по объему отходы, выделяемые в процессе производства алюминия, а точнее, при получении глинозема – это «красный шлам», густая суспензия из нерастворимых в воде силикатов, алюмосиликатов и окислов металлов. Смесь, имеющая красный цвет благодаря высокому содержанию железа, образуется в ходе процесса Байера. На каждую тонну полученного оксида алюминия приходится от 360 до 800 кг. шлама. Шлам складывают на изолированных территориях – шламохранилищах. Как только хранилище отрабатывает свой потенциал, территорию засыпают песком, золой или дерном, посадив определенные виды деревьев и трав, но на полное восстановление могут уйти годы.

При производстве алюминия, в электролит помещают анодный блок, состоящий из кокса или нефтяного угля. В анодной массе имеется зольная часть, которая содержит порядка 40 тяжелых металлов (*Co, Cd, Ni, Cu, Zn, Be* и т.д.). Частично они попадают в электролит и образуют галоидные и

полисульфидные соединения при высокой температуре. И становятся наиболее летучими, попадая в газоотсос. Другая часть этих металлов попадает в электролиз и скапливается на поверхности анода.

Когда на ванну подается напряжение ионы Al восстанавливаются и образуется слой жидкого алюминия и накапливается на дне ванны. При химических процессах электролиза криолит частично подвергается разложению и выделяется с поверхности расплава, основной компонент тетрафторалюминат натрия $NaAlF_4$. Глинозем тоже содержит около 1-2 % примесей металлов.

Электролит состоит из криолита, в который добавляют глинозем при температуре от 750 до 900°C, он расплавляется Na_3AlF_6 (природный минерал). Выполняет роль электролита (расплав у которого есть положительный и отрицательные ионы) В криолит добавляют Al_2O_3 расплавленный в криолите и образует положительные и отрицательно заряженные ионы. При загрузке глинозема приходится открывать газоотсос, и в цех выделяются газы, также это происходит во время анодного эффекта (скачок напряжения, при котором прекращается электролиз). Газы, которые выбрасываются при открытии газоотсоса – перфториды, относящиеся к категории опасных парниковых газов CF_4 , CHF_3 , C_2HF_5 , CO , CO_2 , COS , H_2S , SO_2 , $NaAlF_4 + H_2O = HF + NaAlO_2$, Na_3AlF_6 , AlO_3 .

Применяется два вида газоочистки. Мокрая и сухая. Для мокрой газоочистки имеется «мокрый скруббер». По трубе газоотсоса подводится газ, где содержатся все вредные примеси. А сверху через фланец подводится специальный раствор соды Na_2CO_3 25% раствор диспергируется через специальные форсунки. Распыленный раствор опускается и взаимодействует с газами, идет химическая реакция $HF + Na_2CO_3 = NaF + H_2O + CO_2$ насыщенный раствор, а очищенный газ поднимается вверх. В этом случае степень очистки может достигать 95-98%. Из раствора получают вторичный криолит, но часть компонентов выделяется в атмосферу. И накапливается.

Сухая газоочистка. Имеется труба Вентури. Газ HF подается под давление по касательной и закручивается, с другой стороны подается мелкий глинозем Al_2O_3 и происходит реакция $Al_2O_3 + HF = AlF_3 + H_2O$

Можно уловить большую часть фтора и других вредных газов, степень очистки 98-99%.

Большая часть попадает в атмосферу при открытии электролизеров, еще не изобрели полностью герметичные электролизеры, поэтому проблема выбросов не решена.

Корректирующие добавки используются для того, чтобы улучшить технологические показатели, например электропроводность расплава, уменьшить температуру и энергоемкость. Электролиз идет с большей эффективностью с добавлением флюорита CaF_2 , MgF_2 , LiF_2 – очень эффективная добавка помогает вести электролиз при более низкой температуре и улучшает растворимость глинозема.

Попадая в атмосферу, ионы тяжелых металлов фториды и сера, а также вредные соединения, накапливаются в депонирующих средах, прежде всего в снеговом покрове и почве, а затем, мигрируют в воды и осаждаются в донных отложениях, что, несомненно, влияет на биоценозы и по пищевым цепям на здоровье человека.

Местоположение и краткая история Иркутского алюминиевого завода

Иркутский алюминиевый завод (ИрАЗ) ОК РУСАЛ – один из крупнейших алюминиевых заводов в Российской Федерации расположен в промышленной зоне города Шелехова в 22 км от Иркутска (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Местоположение Иркутского алюминиевого завода

При проектировании Иркутского алюминиевого завода рассматривалось восемь возможных территорий, где будет построено промышленное предприятие. Назывались посёлок Смоленщина, деревня Кузьмиха (ныне район Иркутска), станции Батарейная и Мегет, районы близ Иркутска и Ангарска. Все варианты по разным причинам были отклонены комиссией Иркутского облисполкома. Наконец, в июле 1951 была определена окончательная площадка строительства Иркутского алюминиевого завода на землях Олхинского колхоза имени Ленина, который выделил 370 га, а жилой посёлок завода — на землях совхоза имени Куйбышева (будущий город Шелехов).

12 июня 1953 на стройке Иркутского алюминиевого завода состоялся первый рабочий день. Спустя полгода, в январе 1954, директором строящегося завода был назначен Тимофей Панжин, который занимал этот пост до 1970.

Первая выливка не только Шелеховского, но и Восточно-Сибирского алюминия была совершена 10 февраля 1962 в 13 часов. Она была сделана из ванны № 415 четвёртого корпуса электролиза сменой Степана Владимировича Голубцова. Плавку принимал начальник электролизного цеха Павел Росляков.

Алюминий «ИркАЗа» впервые был отправлен потребителю 24 марта 1962. Правда, он был третьего сорта. Но уже в конце марта из ванны № 402 был вылит алюминий первого сорта, а 11 апреля — нулевого (высшего). За первый год работы завода было выдано около *2 739,600 тонн* первичного сплава. Введены в строй основные цехи, станции и комбинаты, необходимые для эффективной работы и выпуску продукции.

В 1965 на заводе было организовано литейно-прокатное производство, началось производство алюминиевой катанки.

В 1992 завод был приватизирован и стал открытым акционерным обществом. Путём слияния «Иркутского алюминиевого завода» и «Каменск-Уральского металлургического завода» в 1996 была образована «Сибирско-Уральская Алюминиевая компания». После объединения компаний «СУАЛ» и «РУСАЛ», ИркАЗ вошёл в состав объединённой компании «РУСАЛ» в марте 2007.

С 2005 на заводе началась реализация проекта крупномасштабной модернизации. В связи, с чем была построена пятая серия электролиза, ввод первого корпуса которой состоялся 6 февраля 2008. Инвестиции в проект составили более 600 миллионов долларов. Пятая серия позволит увеличить мощность предприятия в 1,5 раза и выпускать до *450 тысяч тонн* алюминия ежегодно.

В 2012 «Иркутский алюминиевый завод» отметил 50-летие своей деятельности.

ИркАЗ сегодня – это пять серий электролиза (10 корпусов), три литейных отделения и участок производства анодной массы. Основная часть мощностей завода работает по технологии Содерберга с использованием самообжигающихся анодов. Эта технология в середине прошлого века, когда строился завод, была самой передовой. Теперь электролизные цеха переводятся на новую, современную технологию, получившую название «Экологичный Содерберг». Эту технологию планируется внедрить на первой, третьей и четвертой сериях электролиза. Это позволит сократить объем выбросов и увеличить эффективность производства.

Пятая серия ИркАЗа, которая вступила в строй в 2008 году, оснащена новейшими электролизерами с обожженными анодами, здесь установлена система сухой газоочистки, которая позволяет на 99% улавливать фтористые соединения и электролизную пыль.

ИркАЗ производит не только первичный алюминий, но и продукцию из него - катанку, сплавы, рондели. С каждым годом доля продукции с высокой добавленной стоимостью растет. Так, в 2012 году было произведено рекордное количество товарного алюминия – *412,7 тыс. тонн*, в том числе катанки и сплавов *274,6 тыс. тонн*.

Продукция Иркутского алюминиевого завода поставляется во многие экономические районы европейской части России и за границу. Катанка и рондели больше всего сейчас востребованы на внутреннем рынке (Россия и страны СНГ), а литейные сплавы идут на экспорт – в Японию, Тайвань, Южную Корею, Малайзию, Нидерланды, Турцию. Высокое качество продукции и конкурентные способности ИркАЗа не раз отмечались премиями и призами на престижных международных конкурсах, а торговая марка завода зарегистрирована на Лондонской бирже металлов. [23]

Предыдущие подобные исследования

Снег широко используется в исследованиях химического состава, и пространственного распределения аэрозольных частиц, а также для определения общей массы загрязняющих веществ поступающих в ландшафт.

Чтобы лучше понять актуальность исследования и использования снегового покрова при изучении загрязнения природной среды выбросами в атмосферу, подробно рассмотрим произведенные ранее подобные исследования.

Первой рассмотрим работу А.П. Сергеева, А.В. Шичкина и А.Г. Буевича. Она носит название: «Мониторинг загрязнения естественных депонирующих сред. Исследование представительности единичной пробы снега по интенсивности накопления пыли в подробных снеговых съемках четырех малых площадок и профилей». Мониторинг проводился в Свердловской области и на окраине г. Екатеринбурга в 2002-2003 г.

Пять снеговых съемок проводились вблизи действующих карьеров (здесь и далее условно называемыми Каменный карьер и Сафьяновский карьер) в разные годы на четырех площадках и двух профилях различных размеров, включающих в себя разное количество проб. Каменный карьер расположен на северо-восточной окраине города Екатеринбурга примерно в 1 км на юго-восток от жилого поселка Изоплит. На карьере добывается строительный камень. Сафьяновский карьер расположен на территории Свердловской области примерно в 10 км на восток от города Реж. На карьере добывается медная руда.

Всего было отобрано 983 керна снега. Из них подготовлено и проанализировано 949 проб. Полученные данные сгруппированы в 6 основных и 3 вспомогательные выборки. В качестве примера на рис. 1.2 представлена координатная зависимость средней интенсивности накопления (выпадения) пыли в снеге для двух выборок.

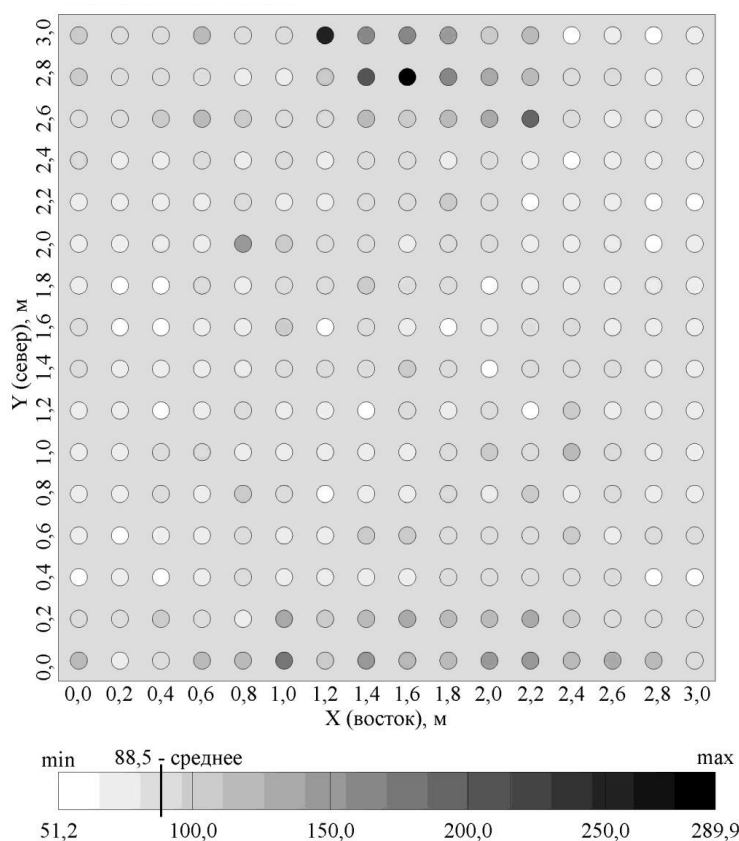


Рис. 1.2. Средняя интенсивность накопления пыли в снеге.

Области отбора кернов показаны окружностями

Результаты проверки соответствия распределения вероятностей нормальному проведены в пакете STATISTICA. Ни одно из распределений не соответствует нормальному сразу по трем критериям.

Таким образом, проверка выборочных распределений на соответствие нормальному в целом дала отрицательный ответ. Выводы о соответствии другим распределениям оказались противоречивыми. Более обнадеживающие результаты были получены на логнормальном распределении, однако не все выборки ему соответствовали. Разнокачественность результатов принятия гипотезы формы распределения требует разных способов построения зависимости «доверительный интервал – площадь», что лишает метод универсальности. Кроме того, в исследуемой выборке могут оказаться пробы, имеющие разную площадь и, как следствие, разную представительность. При вычислении статистик это требует обоснования вида зависимости весового коэффициента пробы от ее площади.

В результате исследования обнаружена высокая вариативность содержания пыли в снеге. Между соседними кернами различие в значениях средней интенсивности накопления (выпадения) пыли в снеге может достигать порядочной величины. Однозначная связь между средней интенсивностью накопления (выпадения) пыли в снеге и толщиной снегового покрова в общем случае не обнаружена. Гипотеза нормального распределения вероятностей значений средней за экспозицию интенсивности накопления (выпадения) пыли в снеге на малых площадках и профилях в большинстве случаев отклонена. Используя непараметрический подход, рассчитаны зависимости значений границ доверительных интервалов для усредненной по площади выборки средней за экспозицию интенсивности накопления (выпадения) пыли в снеге от доверительной вероятности и площади единичной пробы снега. Эти кривые отражают площадную зависимость представительности единичной пробы для каждой из шести основных (рядовых) выборок. Рассчитанные кривые сгруппировались по карьерам. На выборках Каменного карьера представительности единичных проб выше, чем на выборках Сафьяновского карьера. Это различие может быть обусловлено многими причинами, в том числе ветровым режимом и составом пыли. [16]

Следующая рассматриваемая работа называется: «Загрязнение снегового покрова как экологический показатель». Авторы данной работы Е.М. Баглаева, А.П. Сергеев и А.Н. Медведев. Работа проводилась в 2004 г. ее целью было - выявить особенности загрязнения снегового покрова территории г. Новоуральска и территории, приуроченной к автодороге Новоуральск – Кировград, а также оценить возможное влияние на состояние снегового покрова выбросов крупных промышленных производств, в частности, медеплавильного комбината, расположенного в г. Кировграде. В итоге представлен анализ пространственной структуры техногенного загрязнения снегового покрова растворимыми и нерастворимыми формами металлов по данным снеговой съемки. Всего была отобрана 101 проба снега, в том числе 80 – на территории города (группа U), 20 – на территории, приуроченной к

автодороге Новоуральск – Кировград (группа Road), и одна фоновая проба – на берегу оз. Аятское.

Основными показателями, которые позволяют охарактеризовать средний за период наблюдения уровень загрязнения атмосферы на данной территории по сравнению, например, с фоновой или какой-либо другой, являются интенсивности накопления (выпадения) различных загрязняющих веществ в снеговом покрове, растворимой и нерастворимой формы.

Полученные значения средней интенсивности накопления загрязняющих веществ на территории Новоуральска были использованы для построения в пакете ArcGIS методом кригинга с параметрами по умолчанию картины загрязнения снегового покрова. Для нерастворимой формы хрома, марганца, цинка визуально были обнаружены два локальных пятна, интенсивность накопления (выпадения) в которых превышала в 7–10 раз значения средневзвешенной интенсивности по остальной территории. На рис. 1.3 приведено пространственное распределение на городской территории средней интенсивности накопления хрома.

Основной вклад в загрязнение снега и, следовательно, атмосферы на территории Новоуральска вносят нерастворимые формы хрома, марганца, цинка, кобальта. Средняя интенсивность выпадения пыли на территории города меняется от 3 до 80 $кг/км^2сут.$, увеличение наблюдается вблизи перекрестков и автотранспортных магистралей.

Загрязнение снегового покрова территории города нерастворимой формой хрома носит ярко выраженный пятнистый характер.

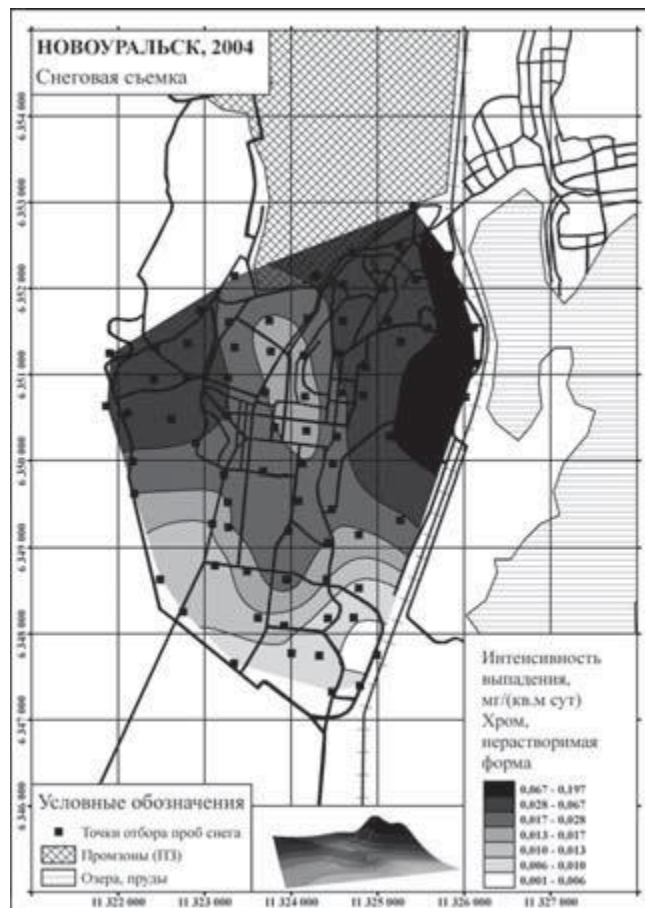


Рис. 1.3. Пространственное распределение валового содержания хрома.

Пятна расположены в жилой зоне. Среднесуточная интенсивность выпадения нерастворимой формы хрома в пятне более чем в 8 раз превышает средневзвешенное значение по городу (выборка UB) и более чем в 22 раза фоновое значение (оз. Аятское). Сезонное среднее накопление хрома в снеге составляет для городской территории (выборка U) около 4 кг/км^2 , для пятна – 11 кг/км^2 (выборка UCrA).

Выявлено, что наибольший вклад в загрязнение территории Новоуральска вносят взвешенные вещества. Пространственная структура загрязнения неоднородна, в частности, загрязнение снегового покрова территории города нерастворимой формой хрома носит ярко выраженный пятнистый характер. Возможное влияние промышленного узла Кировграда на загрязнение снегового покрова территории, приуроченной к автодороге Новоуральск – Кировград, наблюдается нерастворимыми формами металлов на расстоянии порядка 6 км и растворимыми – на расстоянии порядка 10 км, что, вероятно,

связано с влиянием растворимости этих форм на механизмы их переноса и выпадения. [14]

Работы, описанные в статье С.Б. Бортниковой «Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий» проводились в 2006 г. в Новосибирске. Снеговая геохимическая съемка проводилась для изучения уровня загрязнения и особенностей вещественного состава пылеаэрозольных выпадений в районах ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-5, Оловокомбинат, а также для определения фоновых показателей в районе пос. Кольцово и Центрального ботанического сада СО РАН. Эти территории города наиболее удалены от промышленных источников.

Фоновые содержания химических элементов определяли в снеговом покрове районов, не подверженных загрязнению. Они, в общем, согласуются с приведенными в литературе оценками концентраций элементов в атмосферных осадках непромышленных регионов. Исключение составляют повышенные концентрации *Rb*, *As*, *Br* в растворе и *Rb*, *Sr*, *Zr*, *Fe*, *Zn*, *Br*, *Te*, *As* во взвеси. Наличие более высоких концентраций (по сравнению с мировыми оценками) таких элементов, как *Rb*, *Sr*, *Zr*, *Fe*, можно считать региональной геохимической особенностью атмосферных осадков. Однако, учитывая достаточно большую удаленность этих участков от явных источников загрязнения (> 5 км), все же эти данные принимаются в качестве местного фона.

Выбросы ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 очень близки по составу. Список химических элементов, содержания которых в снеговом покрове вблизи этих источников превышают фоновые концентрации в 5 и более раз, очень широк. Почти все элементы преимущественно сосредоточены во взвеси (за исключением урана), хотя и в растворенной части их содержания высоки. Характерно, что с уменьшением распространенности элементов возрастает уровень загрязнения по сравнению с фоном. Наиболее контрастные аномалии образуют *Sn*, *As*, *Ge*, *Sb* в частном секторе левобережья р. Обь и Железнодорожном районе города (рис. 4 а, б). В состав преобладающих элементов от ТЭЦ-5 добавляется *Nb*, *Th*

(в растворе) и *Sr*, *I*, *Br*, *Mo* (во взвеси). Несмотря на большую высоту трубы ТЭЦ-5 (260 м), дифференциация выпадающих частиц ярко выражена, в связи с чем удалось выделить ближнюю и дальнюю зоны выпадения пылеаэрозольного вещества (рис. 4в). Выбросы Оловокомбината имеют максимальную концентрацию загрязняющих веществ среди рассмотренных предприятий, в снеговом покрове из зоны влияния этого предприятия определены экстремальные содержания *Sn*, *As*, *Se*, *Cd*, *Sb*. Наиболее значительные аномалии, достигающие нескольких десятков ПДК, приходится на близлежащие дачные участки и зону отдыха – Бугринскую рощу (рис. 1.4, г).

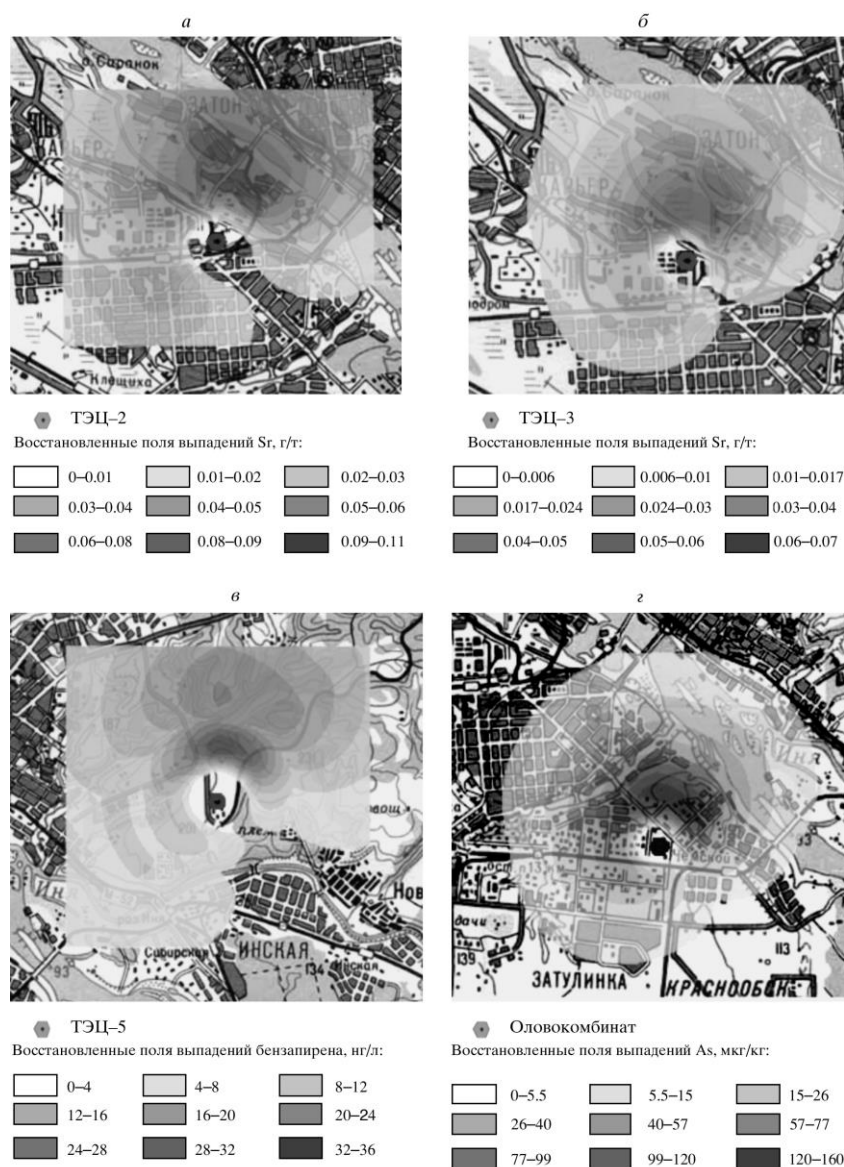


Рис. 1.4. Поля распространения примесей от источников загрязнения:

а - ТЭЦ-2; б - ТЭЦ-3; в - ТЭЦ-5; г - Оловокомбинат

В итоге по широкому кругу элементов установлен геохимический фон их содержаний в снеговом покрове, воде, почвах для Новосибирска. Сравнительно с фоном проводилось оконтуривание аномальных участков и зон. Пылеаэрозольные выбросы ТЭЦ и Новосибирского Оловокомбината сформировали на прилегающих территориях контрастные аномалии многих химических элементов, некоторые из которых относятся к особо токсичным: *As*, *Cd*, *Se*. Кроме загрязнения неорганическими токсикантами в снеговом покрове установлено наличие высоких содержаний полиароматических (ТЭЦ-3) и нефтяных (ТЭЦ-5) углеводородов, существенно превышающих ПДК. Результаты экспериментальных исследований загрязнения снегового покрова и численного анализа полученных данных наблюдений позволили установить количественные закономерности регионального выноса пыли, тяжелых металлов и полиароматических углеводородов с территории Новосибирска. Восстановленные поля плотности выпадений загрязняющих примесей на снеговой покров в окрестностях города суть интегральная характеристика длительного воздействия площадного источника на окружающую среду. Полученные закономерности указывают на возможность создания экономической системы мониторинга и получения на её основе оценки состояния длительного загрязнения атмосферы города и определения эмиссии характерных примесей с его территории.

Следующей рассмотрим работу А.В. Воронцова и Е.М. Нестерова «Геохимия снегового покрова в условиях городской среды». Пробы снега отбирались зимой 2011 года в шести районах города Санкт-Петербурга (в Центральном, Василеостровском, Приморском, Красногвардейском, в Пушкине и в Павловске). В соответствии с розой ветров, с близостью возможных источников загрязнения была построена плотная сеть точек пробоотбора, также большое внимание при составлении сети уделялось «зеленым зонам» районов. В среднем по каждому району было выделено 50–60 точек отбора.

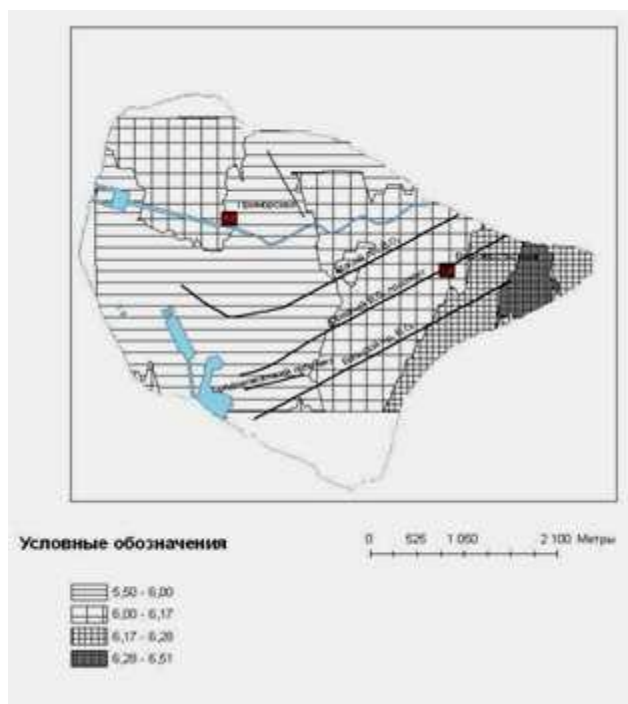
В результате статистической обработки аналитических данных было установлено, что наблюдаемое распределение концентраций элементов в талой воде подчиняется логнормальному закону. Таким образом, при характеристике концентрации тяжелых металлов в пробах в качестве параметров распределения используются, кроме оценки среднего арифметического как меры распространенности элемента в среде по району, среднее геометрическое содержание как характеристика наиболее часто встречаемого («фонового») значения и стандартные множители в качестве меры геохимической дисперсии.

Полученные значения концентраций тяжелых металлов в снеговом покрове для составления достоверной экологической картины исследуемых территорий, для выявления нормальных и аномальных концентраций элементов сравнивают со значениями предельно допустимых концентраций элементов в талой воде (ПДК) и с фоновой величиной.

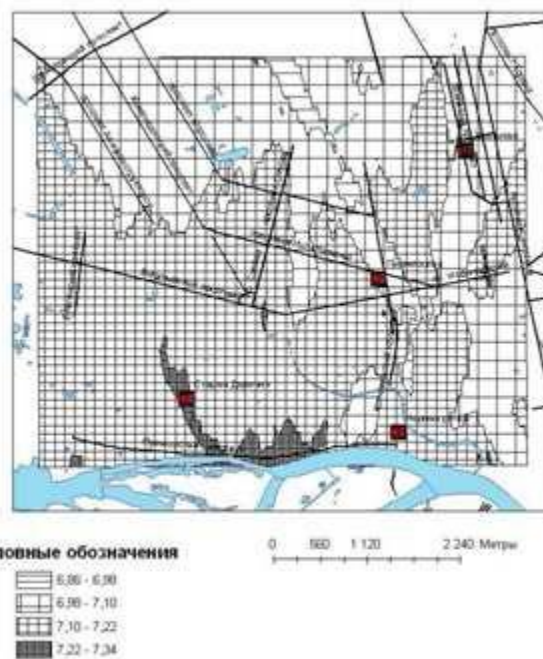
После рассмотрения результатов концентраций растворенных форм элементов полной колонки снегового покрова, сделан вывод о достаточно низком уровне загрязнения снега тяжелыми металлами на территории всех районов. В талой воде содержание металлов значительно ниже, чем уровень предельно допустимых концентраций для воды водоемов, и в два-пять раз меньше фоновых значений. Для более подробного изучения пространственных закономерностей распределения элементов с помощью пакета программ ArcGis строятся карты.

По данным измерения рН-показателя по каждому району в пакете программ ArcGis были построены карты распределения уровня кислотности в снеговом покрове (рис. 1.5).

В соответствии с построенными картами можно сказать, что на большей части Василеостровского района значения показателя рН совпадают с природным значением уровня рН осадков, однако на стрелке Васильевского острова образовалась зона, где уровень рН стремится к нейтральной и слабощелочной среде.



а



б

Рис. 1.5. Карты распределения уровня кислотности в снеговом покрове:

а – Василеостровский район; б – Приморский район

Центральный район характеризуется выпадением слабокислых — нейтральных — осадков; сравнивая рН показатели по району с природным значением уровня рН осадков, можно сказать о незначительном подкислении осадков. Показатели рН в Красногвардейском и Приморском районах схожи: как правило, они близки к нейтральной среде. Однако в районах наблюдаются очаги со слабощелочным характером осадков (рН 7.2–7.8), приуроченные к постоянно загруженным автотранспортом магистралям. Парковая часть Пушкинского района характеризуется выпадением осадков, близких к природному показателю — рН = 5,6. Значения уровня рН в зоне, занятой застройкой, сильно отличаются от парковых значений, они склоняются в сторону слабощелочной среды и колеблются от рН 6,8 до рН 7,9.

В соответствии с полученными результатами исследования можно сделать вывод об относительно благополучной экологической обстановке в шести районах города Санкт-Петербурга. Следует отметить положительную тенденцию по уменьшению (исчезновению) концентраций свинца в снеговом

покрове города, что свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки со стороны автотранспорта и об улучшении атмосферного воздуха Петербурга. Однако на территории всех районов наблюдается процесс загрязнения, находящийся на разных стадиях. Из шести районов исследования более высокая антропогенная нагрузка оказывается на Красногвардейский, Приморский и Центральный районы, а Пушкин можно выделить как самый чистый. [12]

Заключительной рассмотрим работу М.В. Решетниковой, Л.В. Гребенюк и Т.Д. Смирновой «Результаты геохимической снеговой съемки локального участка территории Саратова». Изучение снегового покрова на исследуемом полигоне проводилось с целью выявления поля воздействия совокупного влияния промышленных выбросов города и подтверждения ранее установленных аномалий. Проведение геохимической съемки в течение нескольких зимних сезонов позволяет проследить динамику содержания отдельных компонентов в снеговом покрове. В 2005–2006 гг. на территории полигона были отобраны 16 проб, в 2007–2008 – 20 проб, а в 2008–2009 – 16 проб. Для определения фоновых значений по различным показателям проводился отбор проб за пределами города, в районе с. Усть-Курдюм (Саратовский район).

В работе имеется карта распределения ионов аммония на исследуемом участке. Ионы аммония определялись только в зимний период 2007–2008 гг. и были обнаружены во всех анализируемых пробах. Концентрация азота аммония колеблется от $0,01$ до $3,61$ мг/л и в среднем для исследуемого участка составляет $1,1$ мг/л (рис. 1.6).

В настоящее время снеговая съемка с отбором нескольких сотен проб уступает место мониторинговым исследованиям на локальных, наиболее проблематичных в геохимическом отношении участках города.

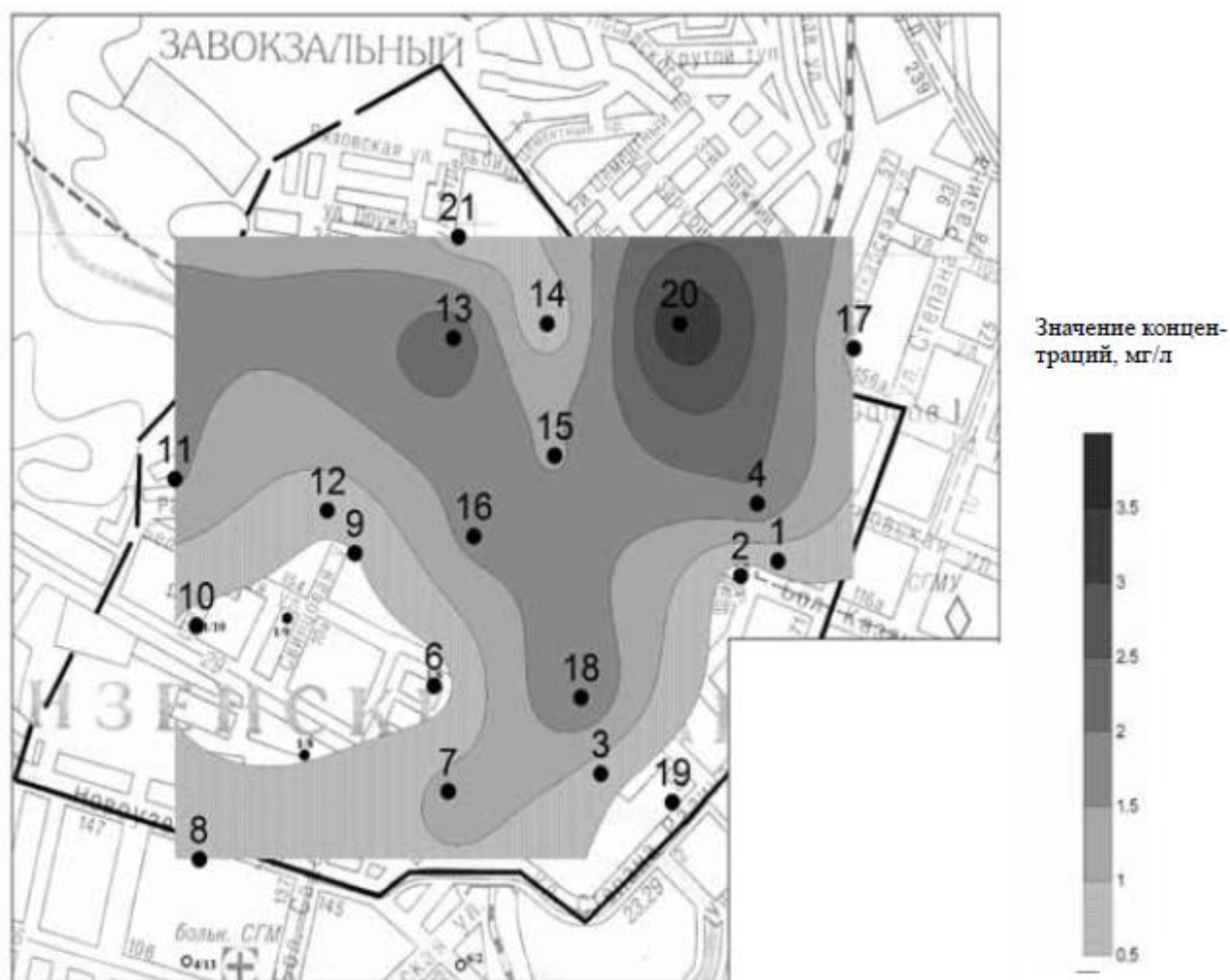


Рис. 1.6. Карта-схема распределения ионов аммония в снеговом покрове исследуемого участка

Начиная с 2005 года небольшими инициативными студенческими группами под руководством сотрудников лаборатории геоэкологии и экологической геохимии СГУ проводятся исследования на небольших по площади полигонах. Проведенные студентами снегомерные съемки 2005–2009 гг. позволили получить новую геохимическую информацию, сравнить новые данные с результатами предыдущих съемок. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что на исследуемой территории зафиксировано превышение предельно допустимых концентраций азота аммония до 7 раз. По остальным проанализированным компонентам превышение нормативных показателей не задокументировано, но практически по всем компонентам

фиксируются повышенные концентрации по сравнению с фоновыми значениями.

Исходя из изученных выше исследований, можно заметить, что геохимическая съемка снегового покрова является достаточно популярной в последнее время. Это объясняется тем, что снеговой покров является исключительно благоприятным объектом при изучении загрязнения природной среды, так как обладает высокой сорбционной способностью. Геохимическая информация сохраняется в снеге в течение всего периода снеготаяния.

Отбор проб

В последние годы изучению воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду Байкальского региона уделяется большое внимание.

При изучении загрязнения природной среды выбросами в атмосферу снежный покров является, в этом случае, очень информативным, так как он обладает высокой сорбционной способностью. Аккумуляция загрязняющих веществ в снеге дает действительную величину аэральных (порожденных или произведенных воздушными потоками) выпадений зимой. Химический состав снежного покрова формируется за счет поступления в него различных химических элементов.

Пробы снега отбирались в конце марта – начале апреля 2013 года в поймах рек р. Иркут и Олга. В соответствии с розой ветров, рельефом и расположением основных источников загрязнения была построена сеть отбора проб, всего 38 точек (рис 2.1). Особое внимание при конструировании сети уделялось промышленным зонам и автотранспорту. Координатная привязка мест отбора проб осуществлялась с помощью GPS-навигатора Garmin 62S. С целью определения фоновых значений измеряемых параметров, методом конверта взята усредненная проба (25 колонок объемом 3 тыс. см³ с площади 10 м²), за пределами зоны воздействия промышленного района. Отбор выполнялся на всю глубину снежного покрова. Нижняя часть снеговой

колонки (0,5 – 1 см), с почвенными частицами, отсекалась. Определялась мощность снегового покрова, подсчитывались его плотность и влагозапас. Общий объем пробы, как правило, составлял 10 – 12 литров (~12 кг).

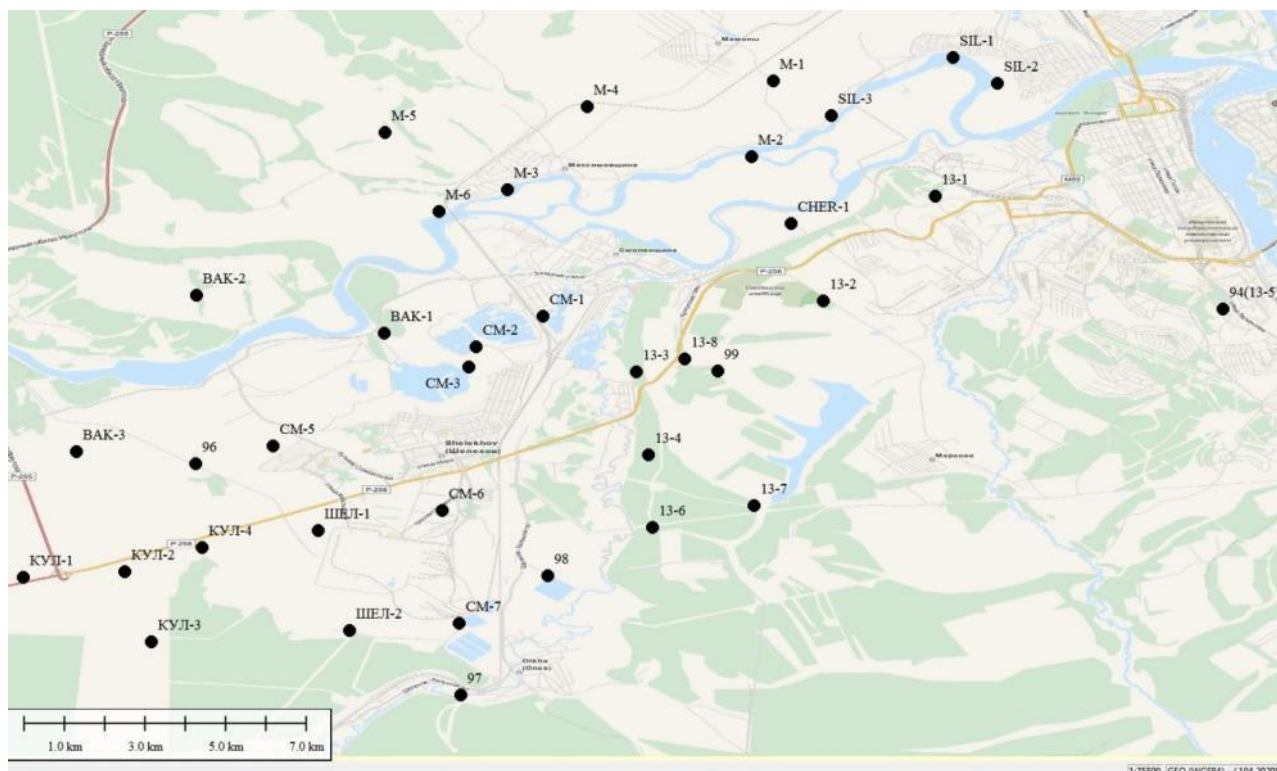


Рис. 2.1. Точки отбора проб

Для таяния снега на неорганические компоненты, в лаборатории пробу на ночь помещали в прозрачные полиэтиленовые ведра. При обработке проб снега, в короткий срок, отделяется твердый осадок от водной фазы, чтобы свести к минимуму процесс растворения техногенной пыли. После таяния снега, вода переливается через сифон в другую посуду, твердый осадок переносится в фарфоровую чашку и высушивается при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, а затем взвешивается и помещается в пакет из кальки. Полученный осадок при необходимости просеивается через капроновое сито 0,25 мм. и истирается в агатовой (яшмовой) ступке вручную. Проба воды перемешивается, замеряется объем и пропускается через фильтр «синяя лента». После фильтрования этим же фильтром протирается стаканчик и стенки ведра (для снятия сажи и тонкой взвеси), фильтр высушивается, взвешивается; из полученного веса вычитывается вес чистого фильтра, и вес

полученного осадка прибавляется к общему весу твердого осадка этой пробы. Фильтр с осадком сажи озоляется в муфеле при температуре $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, золу помещают в общую пробу твердого осадка.

Всего проанализировано более 40 проб снеговой воды, 30 твердого осадка. Гидрохимический анализ снеговых вод на содержание основных ионов (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , HCO_3^- , NO_3^- , HNO_3^* , Cl^- , SO_4^{2-}) проводили комплексом общепринятых методов. Микроэлементный состав снеговой воды и твердых осадков исследовался с помощью комплекса высокочувствительных методов анализа: рентгенофлуоресцентного (РФА-СИ), масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС, ИСП-АЭС), фазовый состав анализировался на сканирующем электронном микроскопе фирмы Jeol.

Аналитические работы

Аналитические работы выполнялись в Аналитических секторах ИГХ СО РАН (неорганические показатели) и ФГУ «Иркутская МВЛ» (органические показатели), аккредитованных на проведение подобных работ.

Аналитическое определение выполнено методами количественного анализа в соответствии с требованиями СП 11-102-97 (Инженерно-экологические изыскания для строительства) и ПЭМ.

Использовались различные процедуры обеспечения качества аналитических работ: использование Российских и международных стандартов, обеспечивающих правильность определения исследуемых компонентов.

В процессе выполнения КХА осуществляли внутренний контроль качества – с целью обеспечения гарантированной погрешности текущих аналитических определений.

Внутренний контроль качества КХА предусматривал внутренний оперативный контроль (ВОК) воспроизводимости.

Для проведения измерений использовались поверенные средства измерений, которые градуировали непосредственно перед измерением партии проб, а также проверяли в ходе ее измерений.

Процедуры ВОК качества КХА и соответствующие ему нормативы контроля полностью соответствовали приведенным в конкретных методиках КХА.

Непосредственное проведение ВОК измерений осуществлял исполнитель с целью проверки качества своей работы.

Для проведения измерений используются поверенные средства измерений, которые градуируются непосредственно перед измерением партии проб, либо в ходе ее измерений.

В качестве стандартных образцов используются отечественные ГСО или импортные стандартные образцы, рекомендованные в конкретных аналитических методиках.

Анализ проб проводится сериями. Каждая серия включает не более 9 образцов, один из которых анализируется дважды (дубликат), контрольный образец, приготовленный в лаборатории, и холостую пробу (процедурный бланк).

При анализе летучих соединений в воде используется метод внутреннего стандарта, с помощью которого при проведении количественных расчетов вводят коррекцию в используемую калибровку.

При несоответствии критериев качества установленным значениям после проведения аналитической серии производится определение причин отклонений и повторный анализ серии.

Дополнительно для оценки воспроизводимости результатов КХА осуществлялся контроль качества с использованием контрольных проб. Контрольные пробы выдавались в зашифрованном виде вместе с рабочими пробами. Ход анализа рабочих и контрольных проб фиксировался в рабочем журнале исполнителя.

При анализе сравнивались величины относительных стандартных отклонений определения концентраций в контрольных пробах с допустимым относительным стандартным отклонением, регламентируемым в соответствии с вышеприведенными ГОСТами. Полученные данные показали, что анализ по данному показателю соответствует ГОСТам.

Контроль качества измерений гамма-излучения выполнялся по методике, изложенной в нормативных документах:

- СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)., 2000 г.
- Радиационный контроль и пробоотбор на нефтегазовых промыслах России. Методические указания. М., 1996 г.

При этом количество измерений на контрольных пунктах (площадках) обследования составляло не менее 5, что обеспечивало статистическую надежность определения среднего значения параметра. Чувствительность прибора, определяется по контрольному источнику гамма-излучения и должна соответствовать паспортным данным.

Оценка воспроизводимости точности результатов измерений определялось по измерениям на контрольных точках утром (до работы) и вечером (после работы) и путем выполнения контрольных измерений. Показания прибора не должны отличаться друг от друга более чем на $\pm 10\%$

Прибор, предназначенный для измерения гамма-фона, предварительно градуировался в поверочной лаборатории, имеющей соответствующие разрешения на проведение подобных работ.

ГЛАВА 2. ОБЗОР ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Программное средство (ПС) – объект, состоящий из программ, процедур, правил, а также, если предусмотрено, сопутствующих им документации и данных, относящихся к функционированию системы обработки информации.

Программное средство представляет собой конкретную информацию, объективно существующую как совокупность всех значимых с точки зрения ее представлений свойств каждого из материальных объектов, содержащих в фиксированном виде эту информацию

Microsoft Excel

Microsoft Excel является широко распространенной компьютерной программой, с помощью которой производятся расчеты, составляются таблицы и диаграммы, вычисляются простые и сложные функции.

Эта программа входит в пакет Microsoft Office, а потому установлена практически на всех компьютерах. Возможность составления таблиц, диаграмм и отчетов, произведения самых сложных вычислений делает эту программу популярной среди бухгалтеров и экономистов. При этом программа отличается понятным интерфейсом и удобством использования.

По своей сути Microsoft Excel – это большая таблица, предназначенная для внесения в нее данных. Функции программы позволяют проводить практически любые манипуляции с цифрами. Электронная таблица является основным средством, которая используется для обработки и анализа цифровой информации с помощью средств вычислительной техники.

При этом, кроме числовых и финансовых операций, Microsoft Excel может использоваться в процессе анализа данных, открывая пользователям широкие возможности для удобной автоматизации и обработки данных.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following columns: A (row number), B (number of samples), C (sample name), D (coordinates), E (pH), F (TDS mg/L), G (E max), H (Ca mg/L), I (Mg mg/L), J (Mn mg/L), K (V/L), L (average), M (P mg/L), N (P mg/L), O (P mg/L), P (P mg/L), Q (P mg/L), R (P mg/L), S (P mg/L), T (P mg/L), U (P mg/L), V (P mg/L), W (P mg/L), X (P mg/L), Y (P mg/L), Z (P mg/L), AA (P mg/L), AB (P mg/L). The rows contain data for various samples, including СИЛ-1 through СИЛ-6, БЕР-1 through БЕР-6, and БСК-1 through БСК-6. The data includes numerical values for each parameter and a status indicator (e.g., 'снег' for snow).

Рис. 2.1. Рабочее окно программного продукта «Microsoft Office Excel»

Особенность программы заключается в том, что она позволяет осуществлять сложные расчеты. То есть в процессе вычисления одновременно можно оперировать данными, которые располагаются в разных зонах электронной таблицы и при этом связаны определенной зависимостью. Выполнение таких расчетов осуществляется благодаря возможности введения различных формул в ячейки таблицы. После выполнения вычисления результат будет отображаться в ячейке с формулой. В доступном диапазоне формул находятся разные функции – от сложения и вычитания до вычислений, связанных с финансами или статистикой.

Важная особенность использования электронной таблицы заключается в автоматическом пересчете результатов, если изменяются значения ячеек. Excel может применяться при выполнении финансовых расчетов, учете и контроле кадрового состава той или иной организации, в построении и обновлении графиков, которые основаны на введенных числах.

Файл, с которым предполагает работу Excel, называется книгой. Она включает в себя несколько рабочих листов, в которых могут содержаться

самые разные данные, начиная от таблиц и текстов и заканчивая диаграммами и рисунками. Microsoft Excel рассчитан на поддержку и использование XML-форматов, а также может открывать такие форматы, как CSV, DBF, SYLK, DIF. На современном уровне, MS Excel часто используется не только как таблично хранилище информации, но и как клиентское средство, обеспечивающее пользователю удобный интерфейс анализа данных, хранящихся в удаленной клиент-серверной базе данных (Пластинин и др., 2013; Паршин и др., 2012 и др.). Таким образом Excel используется в данной работе, обеспечивая передачу информации между базами данных PostgreSQL и средством интерполяции Surfer.

pgAdmin (PostgreSQL/PostGIS)

Наиболее популярная и многофункциональная открытая среда администрирования и разработки для PostgreSQL, самой прогрессивной СУБД с открытым исходным кодом в мире. pgAdmin может работать на платформах Linux, FreeBSD, Solaris, Mac OSX и Windows и управлять PostgreSQL 7.3 и новее, а также коммерческими и производными версиями PostgreSQL.

pgAdmin создан для удовлетворения самых разных потребностей пользователей, от написания простых SQL-запросов до создания сложных баз данных. Графический интерфейс pgAdmin поддерживает все возможности PostgreSQL и значительно облегчает администрирование. Приложение включает SQL-редактор с подсветкой синтаксиса, редактор хранимых процедур, агент планирования заданий SQL/командной оболочки, поддержку механизма репликации Slony-I и многое другое. Подключение к серверу можно установить, используя TCP/IP или Unix-сокеты (на платформах *nix), и применить также SSL-шифрование для безопасности. При этом никакие дополнительные драйверы для соединения с сервером баз данных не требуются.

pgAdmin — это полноценный интерфейс управления и проектирования баз данных PostgreSQL, рассчитанный на работу в большинстве операционных

систем. Код программы написан на языке C++ и использует прекрасную кроссплатформенную библиотеку wxWidgets. В среде любой ОС pgAdmin выглядит как традиционное приложение этой ОС. При этом приложение выполняется непосредственно в двоичном коде, а не в виртуальной машине, что обеспечивает отличную производительность.

Главное окно pgAdmin III (рис. 2.2) состоит из трех частей:

- Object browser – отображает подключения, объекты сервера и баз данных
- Окно свойств – отображает свойства выбранного объекта
- SQL pane – отображает SQL оператор, которым был создан выбранный объект.

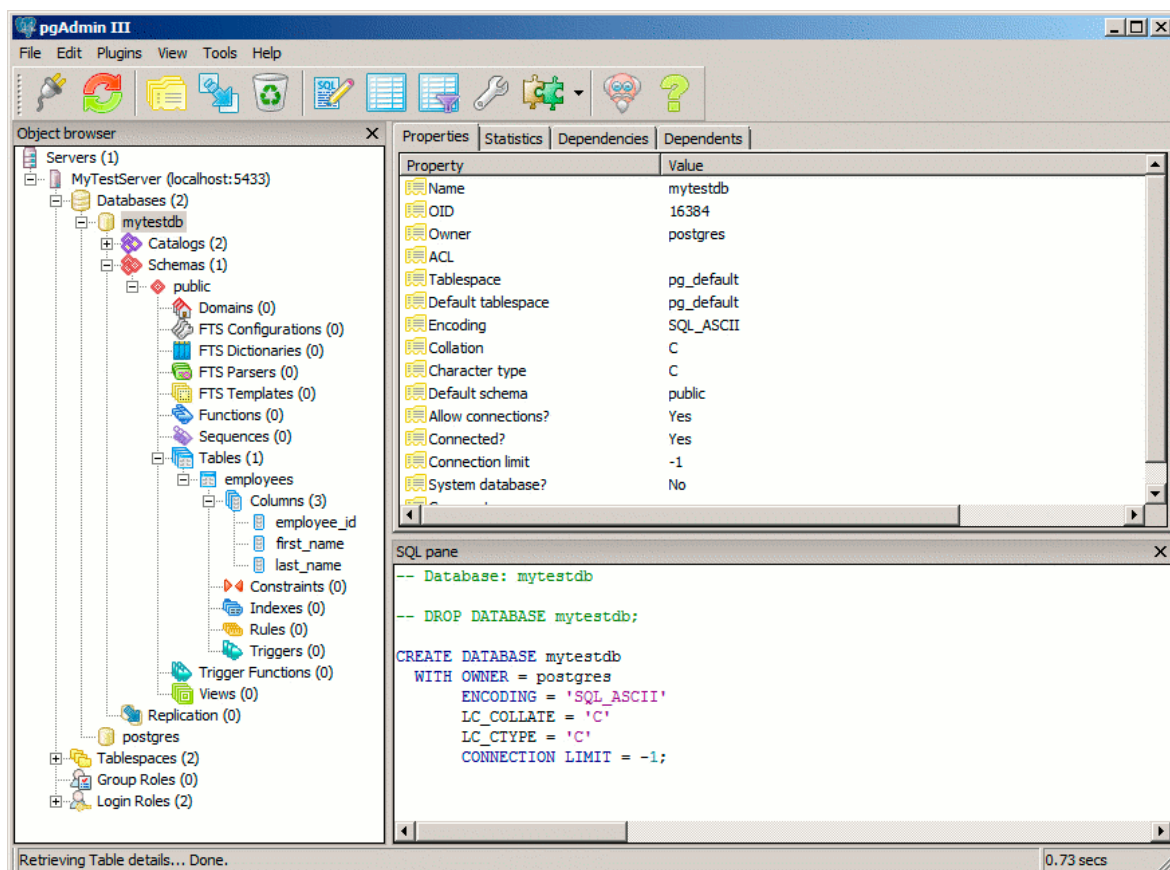


Рис. 2.2. Рабочее окно программного продукта «pgAdmin»

Quantum GIS

QGIS (Quantum GIS) - современная, активно развиваемая пользовательская ГИС. В числе других функций этой программы - возможность географической привязки растровых данных.

Quantum GIS — свободная кроссплатформенная геоинформационная система.

Работа над QGIS была начата в мае 2002 года, а в июне того же года — создан проект на площадке SourceForge. Целью создания QGIS было сделать использование геоинформационных систем легким и понятным для пользователя, чего создатели QGIS отчасти добились: интерфейс Quantum GIS намного понятнее для неискушенного пользователя чем интерфейс того же GRASS (на котором QGIS во многом основана), а в некоторых аспектах, в особенности в применениях к наукам о Земле, уже довольно давно даже превосходит широко распространённые проприетарные ГИС типа MapInfo, ArcView (Паршин и др., 2011). Интерфейс Quantum GIS был создан с помощью инструментария Qt. Версия для программной платформы Android была скомпилирована благодаря проекту Necessitas.

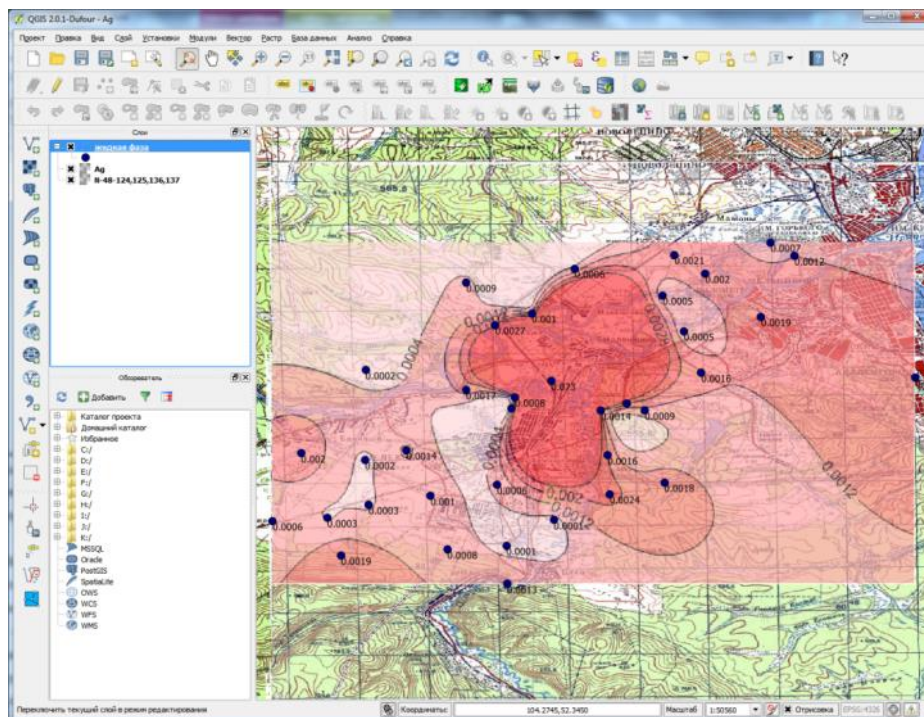


Рис. 2.3. Рабочее окно программного продукта «Quantum GIS»

Можно просматривать и накладывать друг на друга векторные и растровые данные в различных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат. С помощью удобного графического интерфейса можно создавать карты и исследовать пространственные данные. Графический интерфейс включает в себя множество полезных инструментов.

Важной особенностью, выгодно отличающей Qgis от базовых поставок ArcGIS, является совместимость с пространственными данными в базах PostgreSQL/PostGIS и других форматах, поддерживаемых OGR, используя модуль fTools, написанный на языке программирования Python. В настоящее время QGIS предоставляет возможность использовать инструменты анализа, выборки, геопроецирования, управления геометрией и базами данных. Также можно использовать интегрированные инструменты GRASS, которые включают в себя функциональность более чем 300 модулей GRASS.

QGIS может использоваться для экспорта данных в map-файл и публикации его в сети Интернет, используя установленный веб-сервер Mapserver. QGIS может использоваться как клиент WMS/WFS.

QGIS может быть адаптирован к особым потребностям с помощью расширяемой архитектуры модулей. QGIS предоставляет библиотеки, которые могут использоваться для создания модулей. Можно создавать отдельные приложения, используя языки программирования C++ или Python.

QGIS имеет очень удобный интерфейс, который содержит множество инструментов (рис. 2.4.) для работы с разными типами данных.

Поддерживает векторные и растровые форматы (в том числе широко распространенные ESRI Shapefile и GeoTIFF), а также пространственные базы данных.

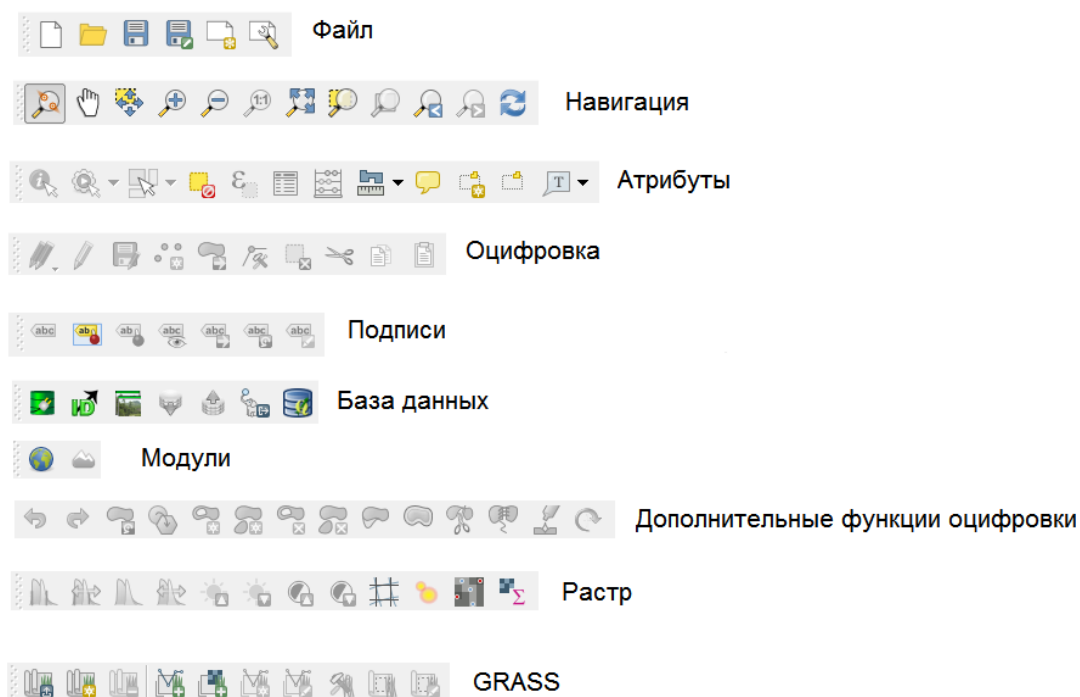


Рис. 2.4. Обзор панели инструментов программы «Quantum GIS»

Поддерживаются следующие основные форматы:

- Пространственные таблицы PostGIS, векторные форматы, поддерживаемые установленной библиотекой OGR, включая shape-файлы ESRI, MapInfo, SDTS (Spatial Data Transfer Standard), GML (Geography Markup Language) и многие другие.
- Форматы растров и графики, поддерживаемые библиотекой GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), такие, как GeoTIFF, Erdas IMG, ArcInfo ASCII Grid, JPEG, PNG и многие другие.
- Базы данных SpatiaLite
- Растровый и векторный форматы GRASS
- Пространственные данные, публикуемые в сети Интернет с помощью OGC-совместимых (Open Geospatial Consortium) сервисов Web Map Service (WMS) или Web Feature Service (WFS)
- Данные OpenStreetMap (OSM)

С помощью удобного графического интерфейса можно создавать карты и исследовать пространственные данные. Графический интерфейс включает в себя множество полезных инструментов, например:

- перепроецирование «на лету»
- компоновщик карт
- панель обзора
- пространственные закладки
- определение/выборка объектов
- редактирование/просмотр/поиск атрибутов
- подписывание объектов
- изменение символики векторных и растровых слоев
- добавление слоя координатной сетки — теперь средствами расширения

fTools

- добавление к макету карты стрелки на север, линейки масштаба и знака авторского права сохранение и загрузка проектов. (Пук. Quantum GIS)

Данная программа имеет широкий спектр возможностей, но, к сожалению, слабый инструмент интерполяции со всего двумя методами и небольшой возможностью их настройки (рис. 2.5.). Исходя из этого, в работе было использовано дополнительное средство Surfer для решения задач интерполяции.

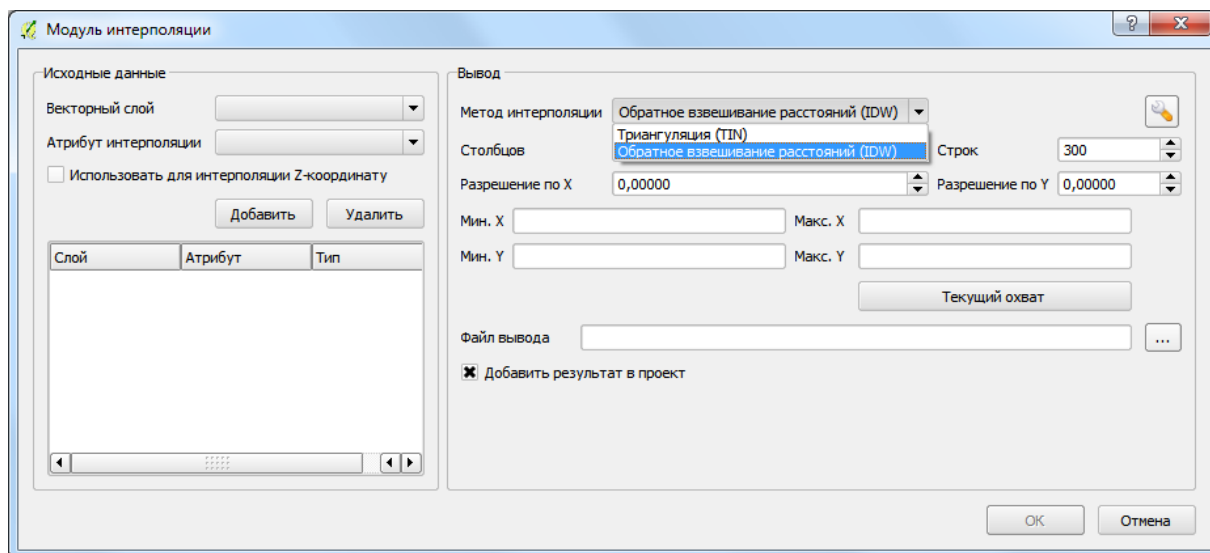


Рис. 2.5. Окно интерполяции программы «Quantum GIS»

Golden Software Surfer

Golden Software Surfer – мощная система создания трехмерных карт, моделирования и анализа поверхностей, визуализации ландшафта, генерирования сетки и многого другого. Продукт позволяет создавать реалистичные 3D карты с учетом освещенности и теней, использовать изображения местности в различных форматах, экспортировать созданные карты в различные графические форматы и печатать в цвете размером до 50 м по диагонали. Мощные интерполяционные функции позволяют создавать точные поверхности высочайшего качества.

Существует большое количество программ, решающих подобные задачи. Программа Surfer достаточно распространена, относительно дешева и проста в освоении. Исторически сложилось так, что эта программа получила широкое распространение и, по сути, стала стандартом программ подобного типа, о чем говорит включение формата файлов Surfer в программы других производителей.

Surfer обладает следующими преимуществами:

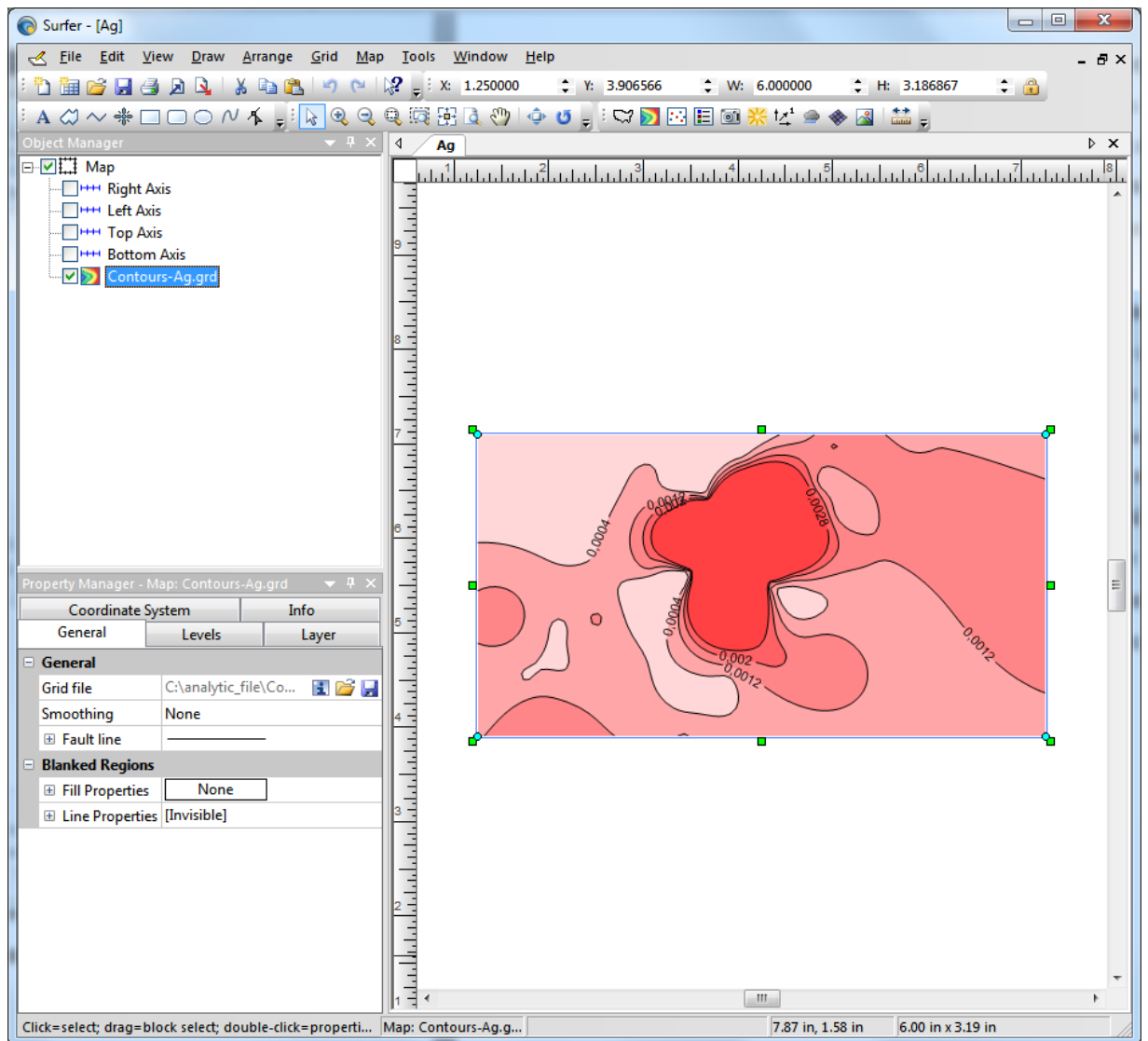


Рис. 2.6. Рабочее окно программного продукта «Surfer»

Мощные методы создания сетки:

- Скользящее среднее.
- Локальный полином.
- Более гибкое задание сектора.
- Просмотр рабочего документа с помощью диалога Grid Data.
- Генерация статистического отчета и отчета о параметрах сетки, включая функции дисперсионного анализа.
- Экспорт Триангулярной и Треугольной сеток Делонэ в растровый или векторный файл.

Широкие возможности настройки:

• Обеспечивается получение реалистичных изображений с учетом местоположения источника света, угла наклона, типа затенения, а также компоновка различных изображений на одном экране.

Широкий набор вспомогательных операций с поверхностями:

- вычисление объема между двумя поверхностями;
- переход от одной регулярной сетки к другой;
- преобразование поверхности с помощью математических операций с матрицами;
- рассечение поверхности (расчет профиля);
- вычисление площади поверхности;
- сглаживание поверхностей с использованием матричных или сплайн-методов; преобразование форматов файлов и целый ряд других функций.

Широкий набор вспомогательных операций с изображениями:

- получение изображения путем наложения нескольких прозрачных и непрозрачных графических слоев;
- импорт готовых изображений, в том числе полученных в других приложениях;
- использование специальных инструментов рисования, а также нанесение текстовой информации и формул для создания новых и редактирования старых изображений.

Основные форматы представления данных:

- карты изолиний
- трёхмерное изображение поверхности
- каркасное представление
- теневые карты рельефа
- поле векторов
- растровые и векторные карты-подложки
- отображение точечных объектов, надписей и графических примитивов

Имеется возможность комбинировать различные форматы представления данных на одной карте, а также располагать произвольное число карт рядом друг с другом в одном документе. Практически все аспекты отображения могут быть настроены пользователем. Пакет обеспечивает лёгкую и быструю подготовку высококачественных графических материалов.

Документ Surfer хранится в собственном бинарном формате SRF. Исходные данные могут быть импортированы из большого числа различных форматов: DAT, TXT, XLS, CSV и др. Имеется экспорт в различные форматы.

Для подготовки данных имеется встроенный табличный редактор, позволяющий выполнять над табличными данными различные математические операции.

Программа Surfer имеет современный интерфейс, понятный пользователю и поэтому он позволяет работать более эффективно. Данная программа имеет очень хороший инструмент интерполяции, с множеством методов и настроек (рис. 2.7.).

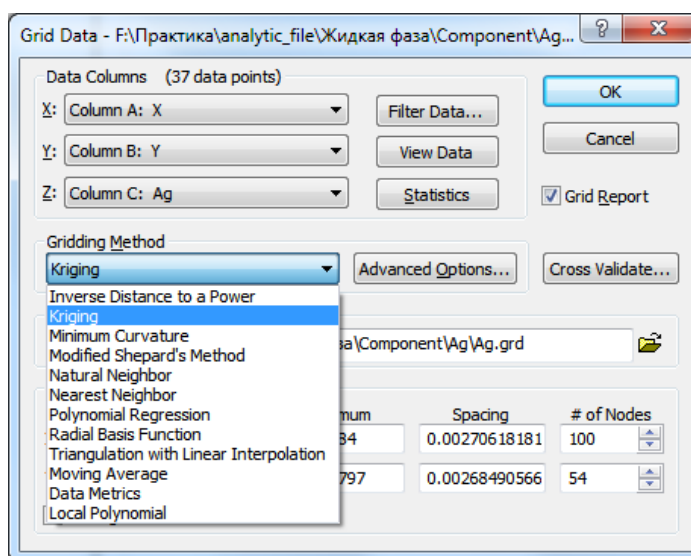


Рис. 2.7. Окно интерполяции программы «Surfer»

Также в ней существует возможность самому настраивать границы изолиний и шаг между ними. Можно выбрать спектр окрашивания, либо самостоятельно настроить цвета.

ГЛАВА 3. СПОСОБЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Данные, способ их хранения и используемые форматы данных

Информация – любые сведения о каком-либо событии, сущности, процессе, являющиеся объектом некоторых операций: восприятия, передачи, хранения или использования.

Данные – информация, зафиксированная в определенной форме, пригодной для последующей обработки (хранения/передачи).

В данной работе будут представлены следующие типы данных:

- Электронная таблица;
- Текстовые данные;
- Растровая графика
- Географические координаты

Первая получаемая информация относится к этапу отбора проб. Во время пробоотбора в обязательном порядке ведется полевой журнал, в котором параллельно с GPS-навигатором дублируются координаты точек, их название, а так же порядковый номер, это необходимо для их дальнейшей идентификации после передачи в лабораторию на хим. анализ. Данная информация является первыми полученными данными, одна часть которых первоначально на бумажном носителе, другая в памяти GPS-навигатора.

№ пробы	название пробы	координаты	pH	TDS мг/л	Ес мкс	Ен	Hg							
							мкг/дм ³	Li мкг/л	Be мкг/л	B мкг/л	Na мкг/л	Mg мкг/л	Al мкг/л	Si мкг/л
1	СИЛ-1		6.40	61.83	40.60	266.00	0,0092	1,75	0,0067	22	1925	1692	31	177
2	СИЛ-2		6.30	20.62	38.00	288.00	0,0052	1,77	0,031	27	643	448	43	32
3	СИЛ-3		6.80	18.10	28.49	279.00	0,0049	1,30	0,021	28	617	420	44	35
4	М-1		6.40	38.16	39.80	211.00	0,0116	2,04	0,054	40	938	890	81	204
5	М-2		6.20	26.70	38.50	291.00	0,0048	2,78	0,039	28	753	441	59	34
6	М-3		6.10	42.57	32.40	260.00	0,0021	2,11	0,056	16	1649	1203	142	127
7	М-4		6.30	29.54	20.55	273.00	0,0019	0,85	0,0056	8,8	766	633	23	73
8	М-5		6.30	17.98	18.71	270.00	0,0025	0,75	0,065	14,5	389	205	149	13,4
9	М-6		6.00	25.93	20.90	257.00	0,0019	1,24	0,069	9,6	976	604	144	71
10	13-1		6.10	43.22	66.60	299.00	0,0059	2,36	0,092	47	1236	1106	155	98
11	13-2		6.50	71.91	53.70	296.00	0,0036	1,71	0,011	22	2309	2693	77	191
12	13-3		6.20	33.04	31.20	310.00	0,0085	2,15	0,14	15	1880	841	536	69
13	13-4		5.40	71.99	40.60	326.00	0,0034	2,32	0,11	8,2	3085	2297	451	150
14	13-5		5.50	44.42	31.20	293.00	0,0015	3,39	0,12	9,0	2512	1166	290	115
15	13-6		5.20	16.94	21.40	320.00	0,0061	2,91	0,28	6,7	1512	221	966	59
16	13-7		6.00	19.94	19.50	313.00	0,0027	1,58	0,15	14,8	1015	472	503	73
17	13-8		6.00	34.59	47.50	247.00	0,0044	2,10	0,15	16	3286	893	665	52
18	Чер-1		5.90	24.01	19.10	320.00	0,0093	0,92	0,016	26	389	453	47	144
19	БАК-1		5.20	29.34	36.20	305.00	0,0048	3,39	0,24	11,0	1975	607	846	74
20	БАК-2		5.80	12.26	17.80	247.00	0,0008	1,88	0,17	6,3	1028	153	650	24
21	БАК-3		5.10	24.04	39.80	261.00	0,0011	4,50	0,40	8,2	3363	645	1979	18
22	КУЛ-1		4.30	33.90	29.30	293.00	0,003	2,00	0,13	5,7	2847	815	498	60
23	КУЛ-2		5.90	20.85	15.70	294.00	0,0069	1,53	0,15	3,34	1116	139	465	35
24	КУЛ-3		4.80	16.84	14.47	280.00	0,0011	1,37	0,15	5,3	844	225	672	13,8
25	КУЛ-4		6.00	24.47	33.60	287.00	0,0065	4,63	0,36	5,3	3053	193	1414	42
26	ШЕЛ-1		6.30	74.60	100.80	236.00	0,0103	30	1,89	23	17324	645	11819	135
27	ШЕЛ-2		5.80	26.71	28.90	284.00	0,0125	5,2	0,44	5,5	2066	230	1206	42
28	СМ-1		6.80	19.88	44.30	222.00	0,0013	2,01	0,11	9,8	1322	475	299	32

Рис. 3.1. Данные в формате .xls

После этапа полевых работ пробы с маркерами отдаются в лабораторию, где проводятся аналитические работы. Результат исследований лаборатория передает в виде файла .xls (Рис. 3.1), что и будет основными данными, на которых строится вся последующая работа. На основе их анализа, синтеза и обработки будут получаться другие данные (карты, коэффициенты корреляции концентраций, результаты интерполяций).

Данные из таблицы Excel переносятся в пространственную базу данных. Из этого можно извлечь огромную пользу, начиная с общедоступности этой информации всем сотрудникам, имеющим право доступа, и заканчивая тем, что вычисления можно производить при помощи SQL-запросов. Интерфейсом, средой администрирования и системой управления базами данных является программный продукт pgAdmin. Пространственные данные большинства лабораторий организации ИГХ СО РАН хранятся на серверах под управлением именно этой СУБД (Паршин, 2013), рабочие места имеют локальный доступ к ней с различными правами доступа.

В дальнейшем на основе данных, хранящихся в базе данных, будут строиться карты, будут производиться различные выводы и операции для

интерполяции, но сами эти данные останутся неизменными, являясь фундаментом для всех последующих работ.

Что касаето форматов данных, в работе использовались следующие:

- TIFF/GeoTIFF – открытый формат метаданных, позволяющий включать информацию о географической привязке в файлы TIFF. Может включать в себя вид картографической проекции, систему географических координат, модель геоида, датум и любую другую информацию, необходимую для точного пространственного ориентирования космического снимка. Формат GeoTIFF полностью совместим с форматом TIFF 6.0, поэтому программное обеспечение без поддержки GeoTIFF сможет открывать изображения;

- XLS/XLSX – файл с электронной таблицей Excel;
- TXT – текстовый файл;
- IMG – графический файл;
- QGS – файл проекта QGIS;
- SRF – файл проекта Surfer;
- SHP – позволяет хранить следующие различные типы геометрических объектов: точки (политочки), линии (полилинии), полигоны и другие объекты;
- GRD – используется для создания карт. Содержит двухмерные однородные решетки (расположенные с регулярными интервалами, с прямоугольными таблицами) из данных XYZ (например, восточное положение, северные широты и возвышенности). Может быть в бинарном или текстовом формате, но чаще всего хранится в бинарном.

Статистическая обработка данных

Мониторинг окружающей среды основан на измерении химических параметров среды, поэтому база геоэкологических данных может содержать сотни атрибутов, каждый из которых необходимо проанализировать классифицировать и визуально представить в удобном для анализа виде (Демина и др., 2012).

Геохимическая специфика техногенно-нагруженных территорий делает не возможным прямое использование состава фоновых участков для построения геоэкологических карт, поскольку в пылеаэрозолях фоновых участков содержание отдельных элементов может превышать их концентрации в техногенно нарушенных районах. Поэтому нами был использован следующий способ вычисления регионального фона. Вначале вычислены среднее и медиана для фактических значений, затем из всей выборки данных удалены ураганные содержания элементов, и вычислены средние и медиана для усредненных значений (табл. 3.1). Это позволяет улучшить результаты пространственной интерполяции. Например, используя в качестве фона для пылевой нагрузки медиану, рассчитанную без ураганных значений, удалось выявить на карте не обнаруженную ранее зону трёхкратного превышения фона.

Таблица 3.1.

Подготовка исходных данных для расчета значений регионального фона.

	Статистики	M(ос)	Пылевая нагрузка
Исходные	среднее	2.205262	74.12645
	медиана	1.38925	46.69748
Ураганные содержания	0.99	9.59532	322.5318
	0.98	8.78126	295.1684
Нормированные значения	среднее	2.074986	69.74744
	медиана	1.29515	43.53445

Статистически обоснованная ассоциация контролируемых параметров природной среды относительно «фонового» состояния является важнейшим элементом ГИС (Паршин и др., 2013).

Количественной мерой воздействия ассоциации элементов на окружающую среду служит суммарный показатель геохимического загрязнения, вычисляемый по формуле $Z_C = \sum K_C - (n - 1)$, где n – число

элементов, K_C – коэффициент концентраций ($K_C = C/C_{\Phi}$), C – процентное содержание элемента в пробе, C_{Φ} – фоновое содержание.

На основе статистически обработанных данных составляется карта полиэлементных ореолов, где нагрузка каждого из элементов геохимической ассоциации превышает фон в несколько раз. Суммарный показатель загрязнения Шелеховской промышленной зоны соответствует среднему и умеренно опасному. Наиболее высокие содержания в зоне ИркАз: свойственны *Al, As, Ni, F, Ga, Cd, Bi, Pb*, а в Иркутском районе - *Mg, Ca, Cu, Fe, Mn, B, Sc Sr*. По соотношению элементов накопленных в снеговом покрове можно судить о преобладающем источнике их поступления в атмосферу. Высокие содержания *Fe, Mn, Cu* следствие воздействия автотранспорта. *V* обнаружен в большинстве проб, поскольку он в больших количествах содержится в асфальтах, битумах и дизельном топливе. Обзор данных предшествующих исследований состава снежного покрова Иркутского промышленного центра подтверждает, что основными источниками загрязнения *Al, As, Ni, F* являются металлургические комбинаты, *Si, Fe, Mn, B* – теплоэнергетический комплекс, *V, Zn, Cd, Pb* – нефтеперерабатывающие заводы и транспорт, *Ca, Cr, Mn, Co, Cu, C, S* – дорожное и жилищное строительство, высокое содержание ртути связано с бытовым загрязнением. [13]

Разработка метода создания моноэлементных карт

Понятная и доступная восприятию карта является синтезом взаимодействия трех программ описанных в предыдущей главе. Подробно опишем методику построения карт распределения элементов.

Открываем QGIS и первым действием подключаем слой PostGIS, содержащий координаты точек пробоотбора и данные о составе проб. Для этого нажимаем на иконку «Добавить слой PostGIS», как показано на рис.3.2.

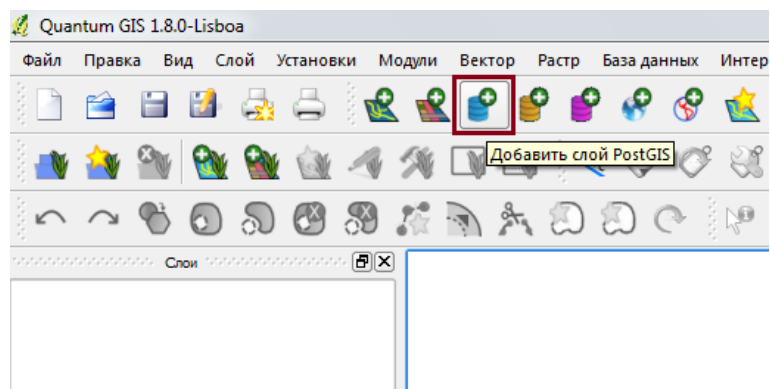


Рис.3.2. Подключение слоя PostGIS

После этого необходимо настроить подключение к БД PostgreSQL (рис. 3.3), где находится информация о нужных нам точках. Выбираем «Изменить», если такие соединения есть, или «Создать», если таких соединений нет.

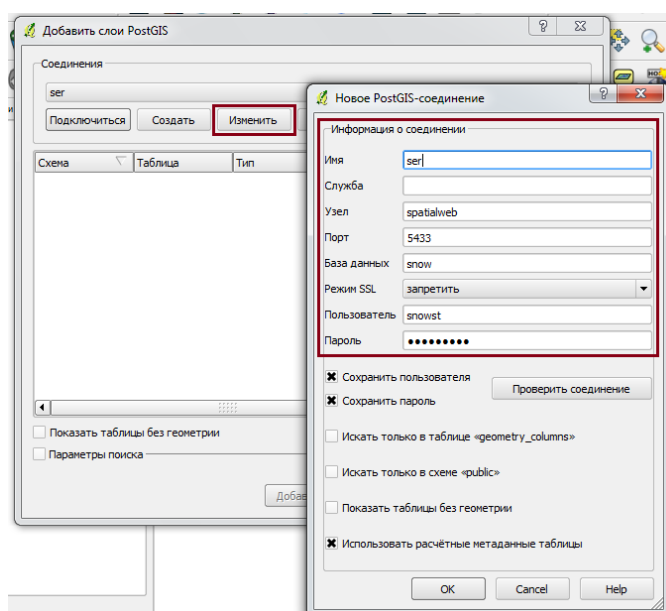


Рис. 3.3. Настройка подключения к PostgreSQL

Находим настроенное подключение в ниспадающем списке и нажимаем «Подключение». После этого выбираем необходимую таблицу с точками, например как *Tverd_faza* или *analytics* на рис. 3.4. Важно: необходимо наличие столбца *geom* в таблице – пересчет координат широты и долготы в проекцию *qgis*, иначе ваша таблица просто не отобразится в окне программы.

```
update snow
set geom = st_setsrid(st_point(lat,lon), 4326))
```

Используется данный синтаксис в БД PostgreSQL для пересчета, где snow – это именование таблицы в базе данных, *lat* – широта, *lon* – долгота.

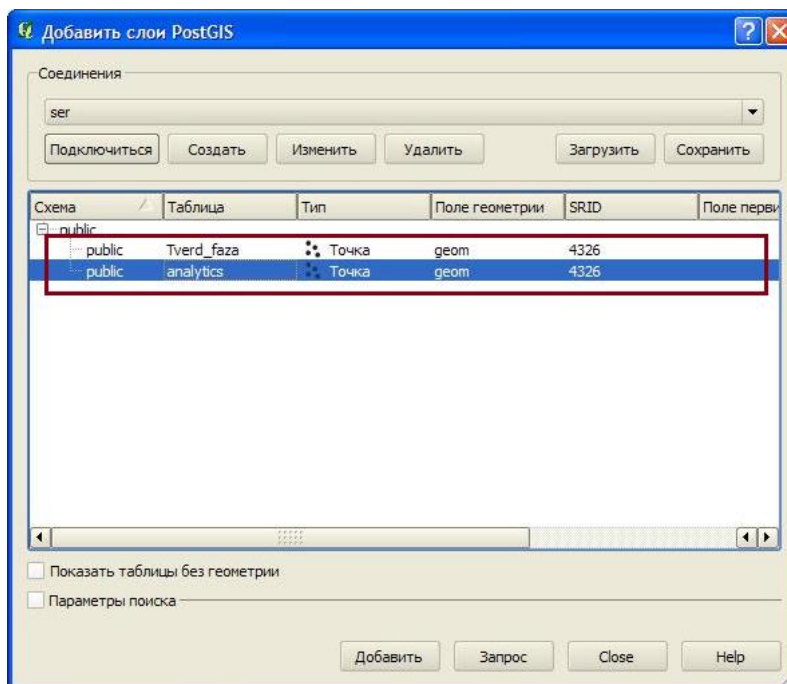


Рис. 3.4. Подключение таблицы базы данных PostgreSQL

Следует не забывать про выбор координатной системы – WGS 84, причина использования именно ее проста – исходные координаты приведены именно в этой системе, кроме того она официально признана планетарной (рис. 3.5).

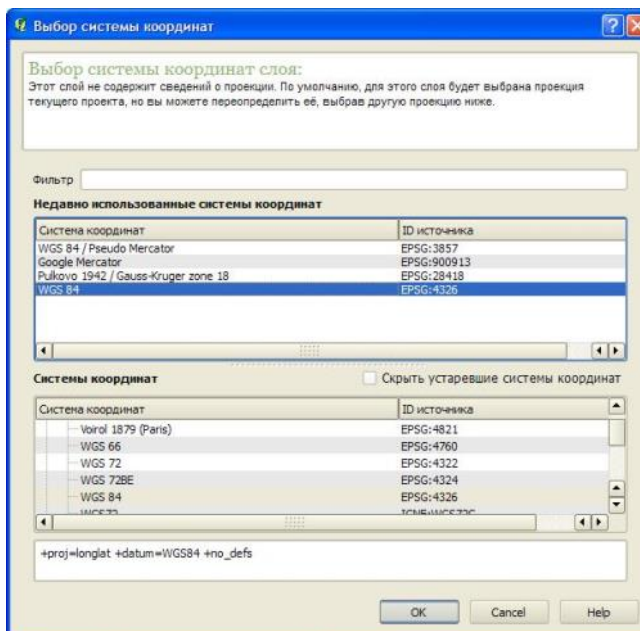


Рис. 3.5. Выбор координатной системы

Результат должен получиться подобно изображению на рис. 3.6. В левой части отображен слой точек, который можно при необходимости включать и

отключать. В правой части – точки пробоотбора, которые были так необходимы, однако, отсутствует топооснова.

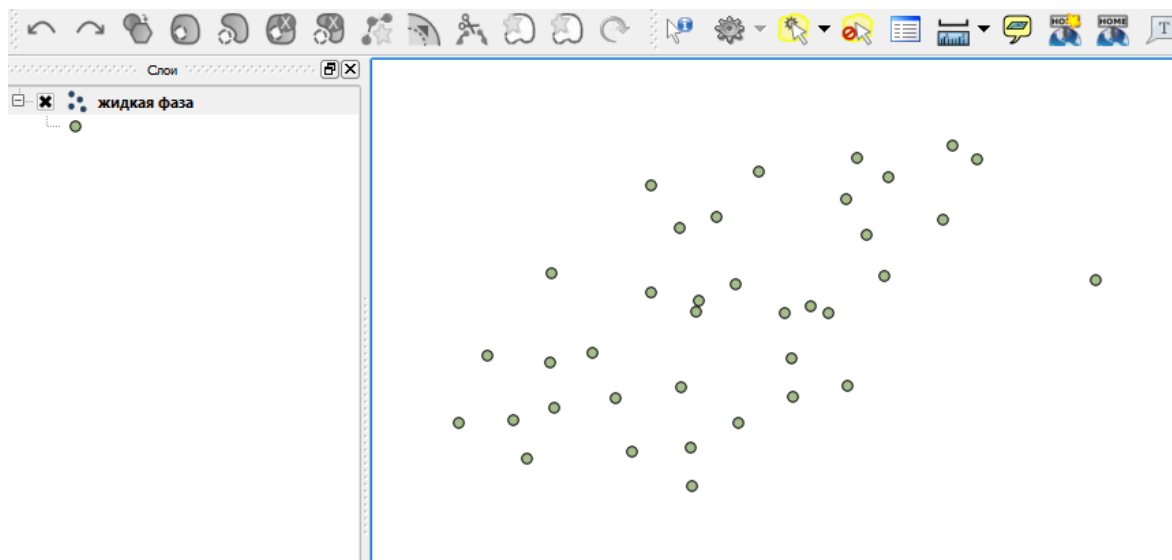


Рис. 3.6. Точки пробоотбора

Для загрузки топоосновы необходимо представить ее в QGIS как растровый слой, для этого подгружаем ее в формате *.tiff* (рис. 3.7). Нажимаем выделенную иконку и находим необходимый нам растр. Отметим, что сам растр должен быть изначально привязан к той же системе координат, что выбрана для точек.

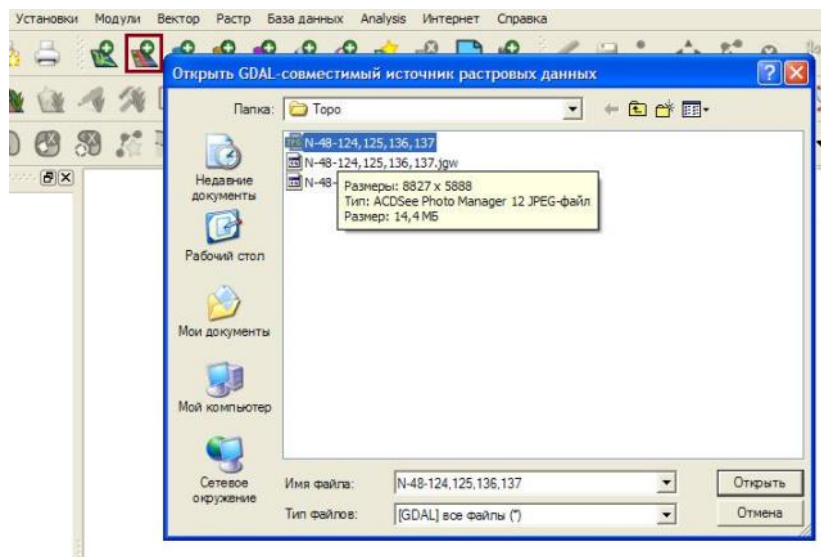


Рис. 3.7. Добавление топоосновы

После выбора файла, нужно будет снова выбрать систему координат, как и на рис. 3.8. Теперь легко визуально отследить точки на карте, получившийся результат понятен, доступен и легко воспринимается в отличие от табличных

данных (точки были увеличены в размерах и изменен их цвет для отчетливости отображения поверх топоосновы).

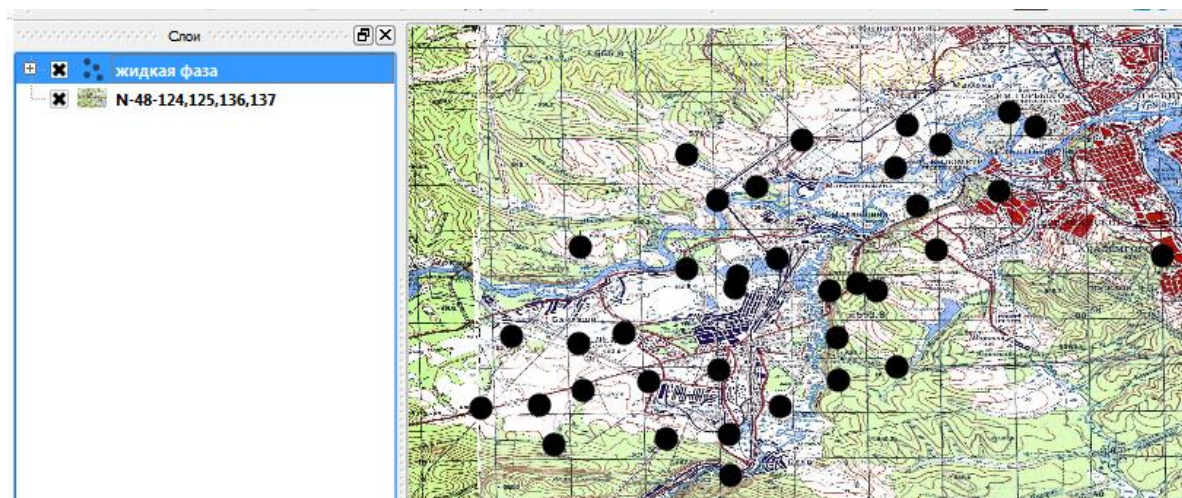


Рис. 3.8. Конечный результат

Наглядность точек – замечательно, но можно улучшить восприятие с помощью наложения поверх топоосновы интерполяции. Для ее создания используется программный продукт Surfer, достаточно популярный в России.

В качестве метода интерполяции будет использоваться *Kriging* (кригинг). Он является основным геостатистическим методом интерполяции. Данные методы (геостатистические) базируются на статистических закономерностях, то есть используются для более точного и сложного моделирования поверхностей, включая оценку ошибок и построение вероятностных параметров построенных поверхностей.

Кригинг учитывает не только удаленность исходных точек от интерполируемых, но и их взаиморасположение. При этом близкие друг к другу исходные точки считаются более коррелированными и потому получают меньший вес.

Для расчета неизвестного значения переменной в заданном месте кригинг будет использовать подобранную модель из вариографии, конфигурации пространственных данных и значения в точках измерений вокруг исследуемого местоположения.

Данные, которые необходимо интерполировать должны быть временно размещены в *.txt* файле, как на рис. 3.9. Всего имеется три колонки – координаты широты и долготы, а также кол-во опр. химического элемента в пробе измеряемого в *мкг/л*.

К	X	Y	Ag	
104.208199	52.299797	0.0007		
104.218132	52.294162	0.0012		
104.180957	52.286813	0.0020		
104.168069	52.294618	0.0021		
104.163192	52.27776	0.0005		
104.108628	52.270273	0.0010		
104.126459	52.288892	0.0006		
104.081256	52.283056	0.0009		
104.093332	52.265383	0.0027		
104.204183	52.268805	0.002		
104.179211	52.245483	0.0016		
104.137388	52.229732	0.0014		
104.140179	52.211086	0.002		
104.2684	52.243616	0.0016		
104.141093	52.194927	0.0024		
104.163827	52.199749	0.0018		
104.148331	52.232551	0.0018		
104.1720	52.262819	0.0005		
104.081115	52.238294	0.0017		
104.039199	52.24666	0.0002		
104.012353	52.211918	0.0020		
104.000488	52.183768	0.0006		
104.022272	52.185095	0.0003		
104.02904	52.169403	0.0019		
104.040522	52.190463	0.0003		
104.066321	52.194194	0.0010		
104.073331	52.171861	0.0008		
104.116639	52.241984	0.0730		
104.101594	52.235278	0.0008		
104.099986	52.23073	0.0007		
104.056367	52.213152	0.0014		
104.094101	52.19877	0.0006		
104.097924	52.173495	0.0001		

Рис. 3.9. Исходные данные в текстовом файле

Выгрузить наши данные в программу, для этого выполняем *Grid->Data* и выбираем файл, содержащий не уравненные данные как на Рис. 3.10.

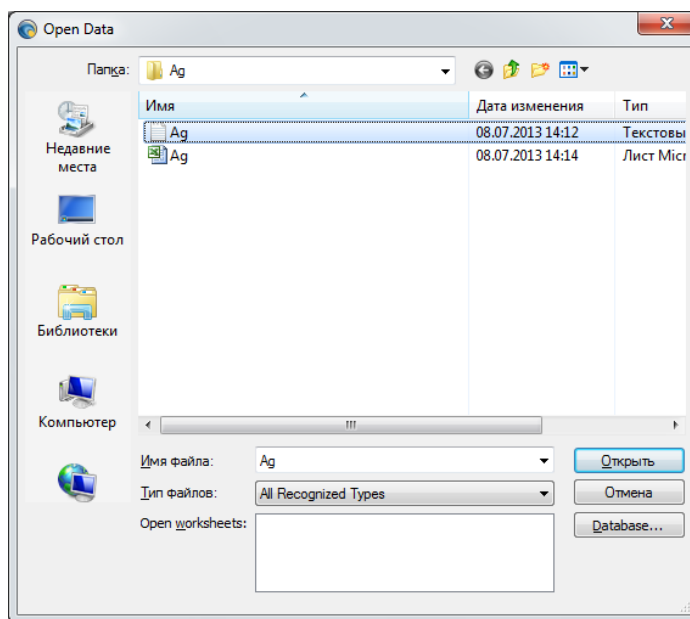


Рис. 3.10. Выбор файла, содержащего данные для интерполяции

После того, как файл будет выбран, Surfer предложит разделить содержимое файла на столбцы, это происходит в том случае, если данные хранятся не в электронных таблицах Excel, а *.txt* и т.п. форматах. Окно разделения представлено на рис. 3.11, следует выбрать пункты, изображенные на этом рисунке для корректности дальнейшей работы.

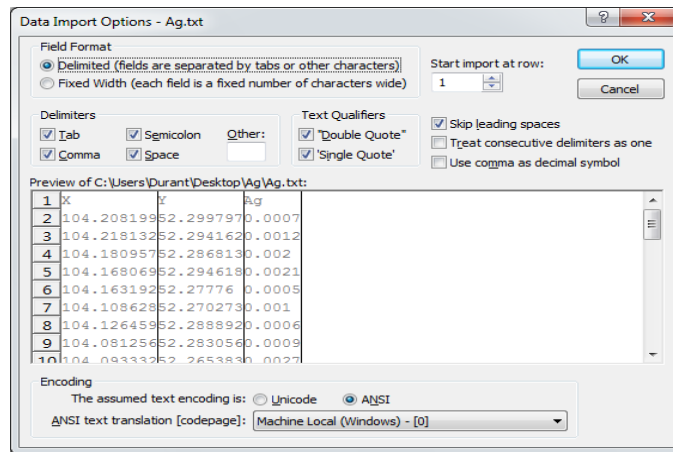


Рис. 3.11. Разделение данных по столбцам в Surfer

Когда все условия разделения содержимого будут выбраны, программа выведет окно уравнивания данных, аналогичное тому, что приведено на Рис. 3.12. В нем будут отображены столбцы, по которым отстроится .grd файл, минимумы и максимумы X и Y, а также одно из главных – *Gridding Method*, как и было оговорено ранее, методом интерполяции будет *Kriging*.

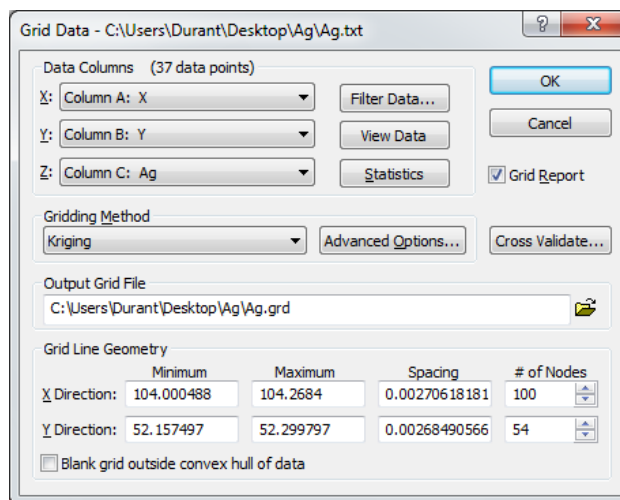


Рис. 3.12. Последний этап интерполяции данных

После нажатия кнопки «Ок», Surfer автоматически создаст одноименный файл с расширением .grd в той же директории, где располагался текстовый файл с исходными данными. Этот файл и будет интерполированными данными.

Кроме того, Surfer выведет на экран отчет, в англоязычной версии – Report, который нет необходимости сохранять и можно просто закрыть. Для просмотра результата интерполяции нужно выполнить следующую процедуру:

Map->New->Contour Map. Surfer отстроит контурную карту по интерполированным данным, как на рис. 3.13.



Рис. 3.13. Результат интерполирования данных

Изначально отстроенная карта будет черно-белого цвета, для настройки цветовой гаммы и изолиний необходимо изменить в свойствах объекта параметр Level method с Simple на Advanced как на рис. 3.14.

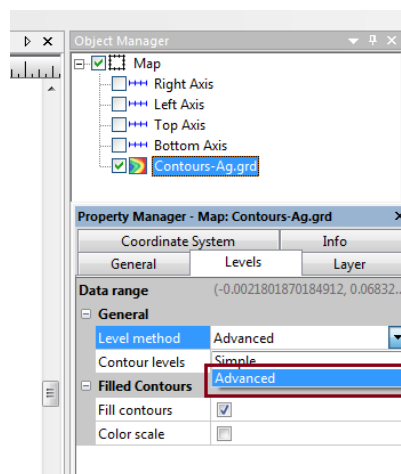


Рис. 3.14. Изменение параметров изолиний

Затем нажать *Edit Levels* (рис. 3.15) и производить все требуемые изменения в области цветокоррекции. Принцип ранжирования интервалов для изолиний весьма просто, если для элемента существует ПДК, то это будет и верхней границей на карте, будет обозначен слой с состоянием выше ПДК. Оставшиеся значения делятся с помощью ранжирования, берется *min* значение

эл-та из 38 проб, и *max* максимальное, затем этот промежуток делится на требуемое количество интервалов, если ПДК имеется, то будет 4 интервала, а *max* то ПДК, если ПДК на элемент нет, то просто 5 интервалов.

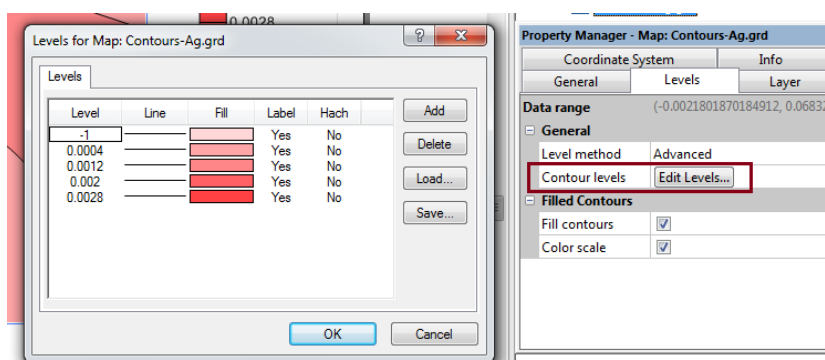


Рис. 3.15. Настройка изолиний

Теперь выгружаем настроенную карту изолиний в наш проект QGIS.

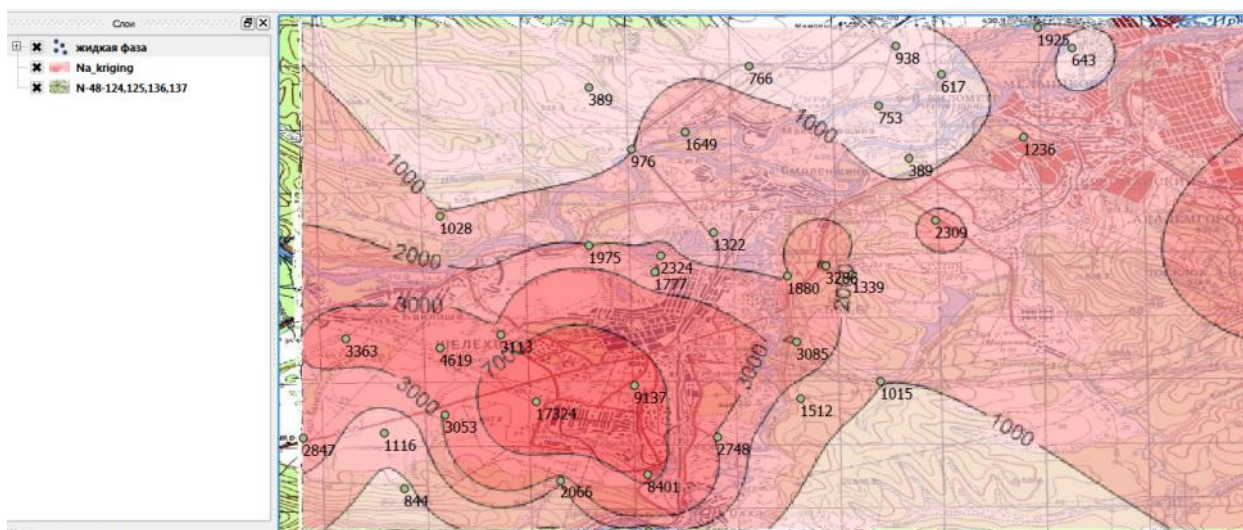


Рис. 3.16. Готовый проект

Результат – отстроенная моноэлементная карта распределения *Na* на исследуемом участке работ. Является наглядной и понятной, а также весьма удобной для анализа.

Моноэлементные карты наряду с закономерностями распределения отдельных элементов в пространстве позволяют обнаруживать локальные источники техногенных веществ. Пространственное распределение пылеаэрозольной нагрузки таких элементов как *Si*, *Fe*, *Ti*, *Mg*, *Mn*, *B*, *Sr*, *Pb*, *Zn*, *Ca*, *Cd* указывает, что их источником является теплоэнергетический комплекс, автотранспорт и строительные работы. Наряду с основными компонентами (*F*,

Al, Na, S) газопылевые выбросы электролизного производства содержат *Ni, As, Cd, Ga*, что так же строго проявляется в структуре моноэлементных полей. Такое распределение элементов в твердом осадке снега свидетельствует о высокой фоновой аэрозольнопылевой нагрузке, так как большинство элементов (*Be, V, Fe, Ti, Mg, Mn, Si, Co*) присутствуют во всех пробах. В то время как элементы идентификаторы источников загрязнения (*F, Al, Na, S, Ni, As, Ga*) в высоких концентрациях встречаются только в пробах, отобранных на территориях непосредственно прилегающих к промышленной зоне ИркАЗ. Соотношение растворенной и не растворимой форм элементов могут существенно различаться, так если для *As, F, Sr, Ca, Na, Ni* ореолы совпадают, то зоны высоких нагрузок *B, Cd, Zn, Pb, K, Hg, Ag* поступающих с водным раствором и пылевыми частицами существенно различается. Основная причина в том, что формы существования одних и тех же элементов в газопылевых выбросах, поступающих из разных источников, отличаются.

Выбор метода построения полиэлементных карт

Геохимические исследования основаны на изучении распределения, миграции и распространения элементов или их соединений в горных породах, водах, атмосфере, растительности и т.д. Они состоят из определения геохимического фона, выявления геохимических аномалий и сравнения их с фоновыми или с предельно допустимыми значениями.

Ассоциаций элементов в природных и техногенных геохимических аномалиях, определяются региональными особенностями окружающей среды и составом газопылевых выбросов. Следовательно, адекватная оценка общей техногенной нагрузки методами геоинформационных технологий возможна на основе полиэлементных карт, выявляющих индивидуальные особенности фоновых ассоциаций и групп элементов характеризующих отдельные источники загрязнения. Список химических элементов выбранных для геоинформационной обработки определяется характером промышленного комплекса и региональным геохимическим фоном.

Полиэлементная геохимическая карта – геохимическая карта нескольких химических элементов, значение коэффициента корреляции между которыми больше 0,8.

Для оценки нагрузки на окружающую среду определенной группы химических элементов строились полиэлементные геохимические карты. Они позволяют увидеть нагрузку сразу группы химических элементов и поэтому, не приходится затрачивать время на анализ каждого элемента отдельно. Группы выбирались при помощи корреляции данных анализа проб снегового покрова. В группу выбирались элементы коэффициент корреляции, между которыми превышал 0,8. По результату построения полиэлементной карты можно судить об одном источнике их распространения в среде.

На рисунке 3.17 можно увидеть результат корреляции химических элементов и выделенные группы по жидкой фазе. Группы выделены прямоугольниками разных цветов.

Созданные полиэлементные карты позволяют увидеть локальные концентрации групп химических элементов.

У полиэлементных карт также имеются и недостатки. В процессе их создания было выявлено, что построение осуществляется на основе самого сильного элемента, что не может не сказаться на итоговом результате, но данный факт не отменяет сказанных выше утверждений.

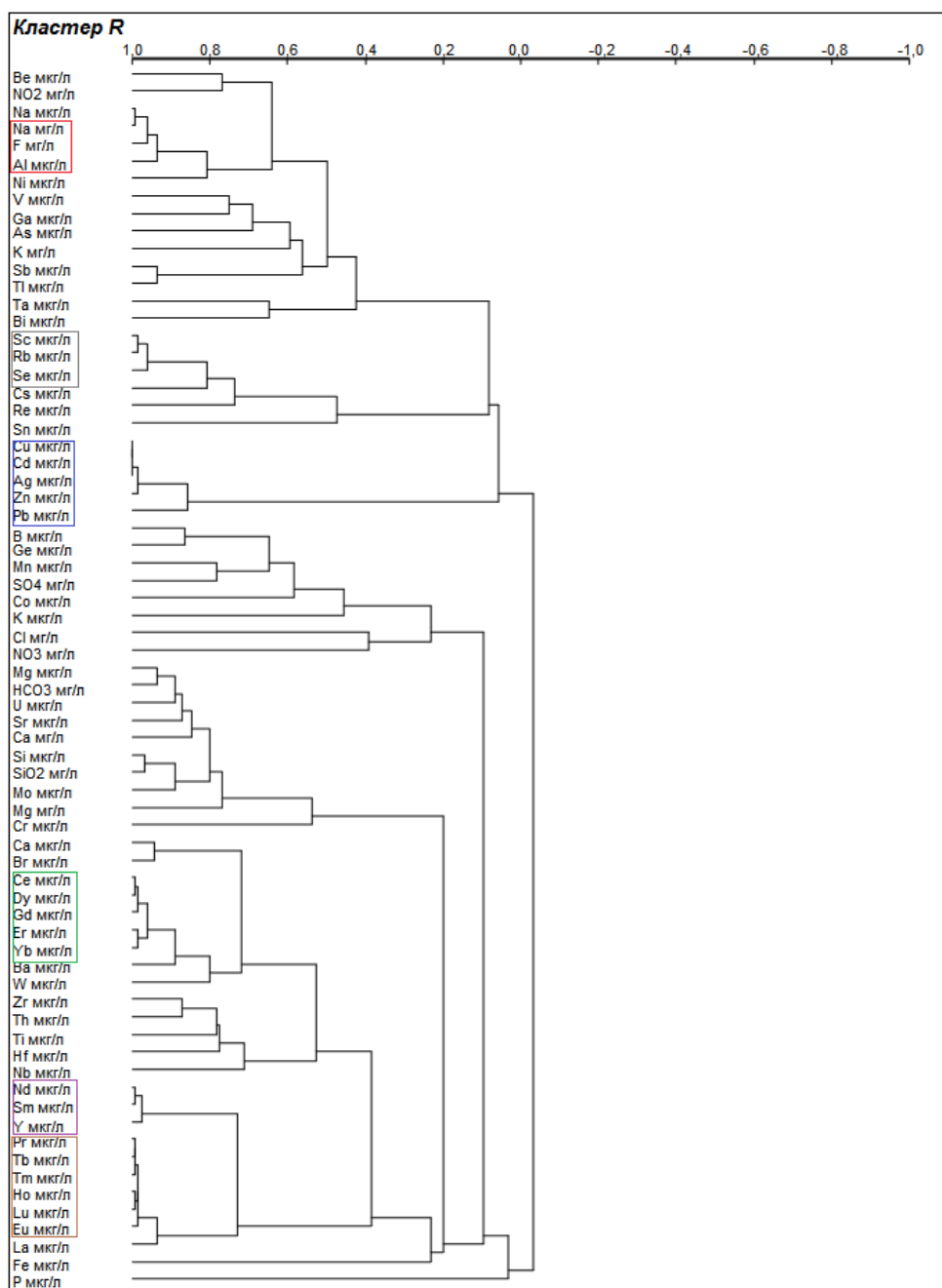


Рис. 3.17. Дендрограмма кластерного анализа.

Рассмотрим все выше сказанное на примере ассоциации элементов *Al*, *F*, *Na*. Из рисунка 3.18 видно, что район основной нагрузки у данных элементов очень схож, значит, корреляционный анализ был сделан правильно. Но ореол распространения у них разный и поэтому нельзя объективно оценить нагрузку группы данных элементов.

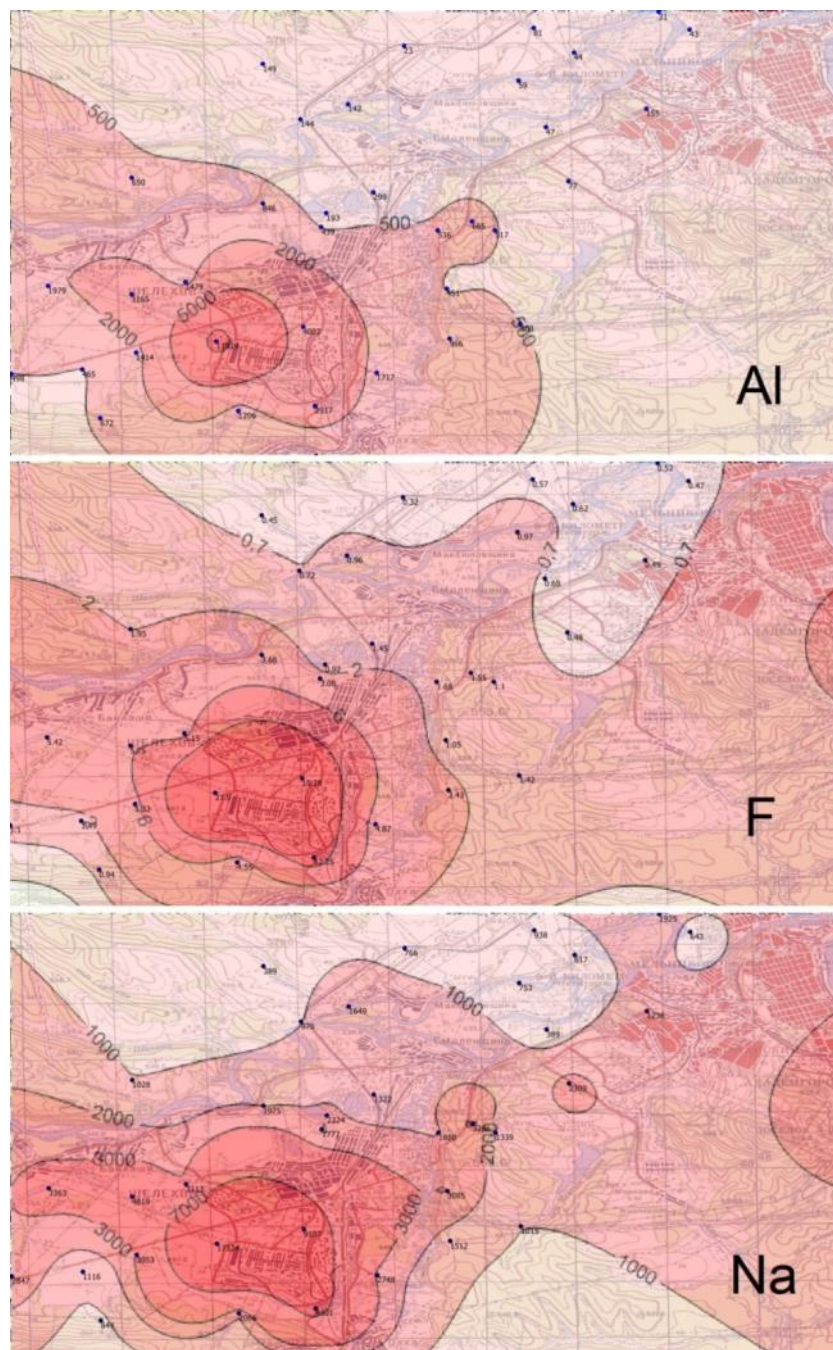


Рис. 3.18. Моноэлементные карты Al, F, и Na

Для этой цели строится полиэлементная геохимическая карта данных элементов (рис. 3.19). Смотря на нее, виден очаг распространения элементов, и зону где содержание данных элементов минимально. Также, судя по вытянутости изолиний можно отследить розу ветров.

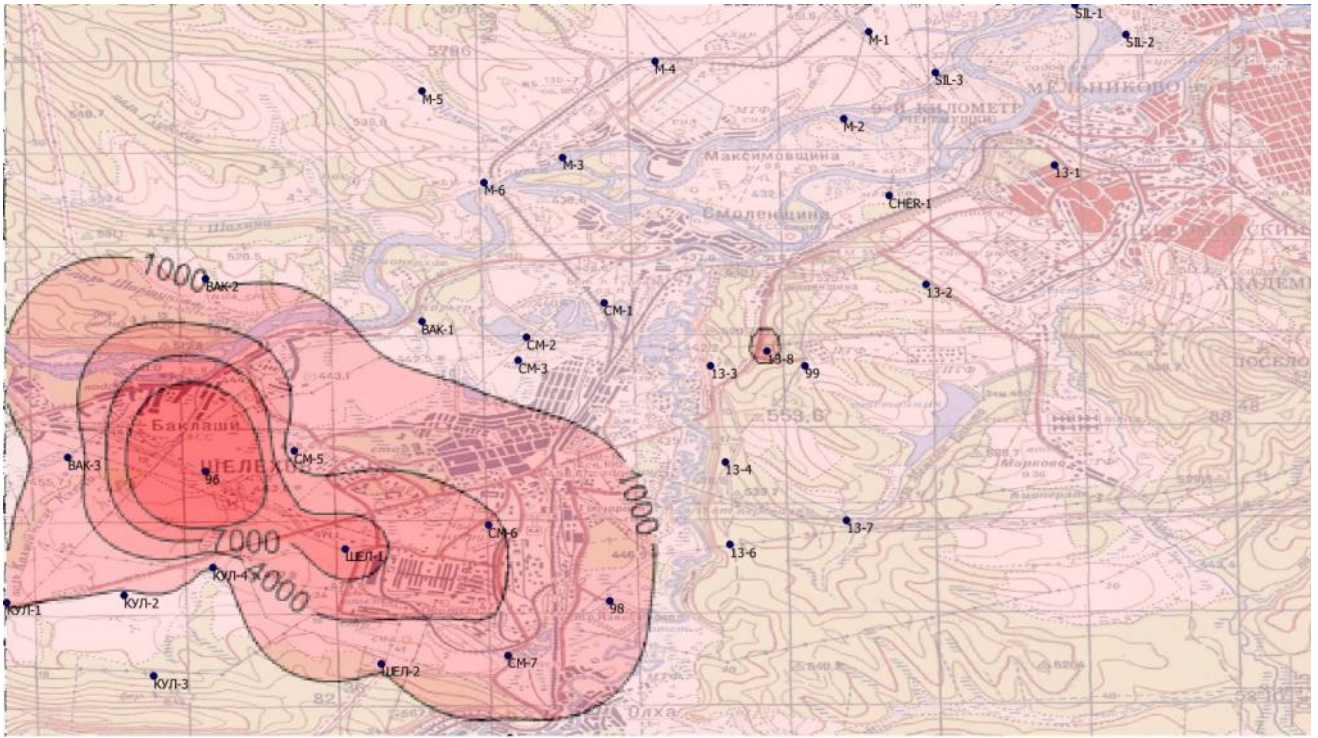


Рис. 3.19. Полиэлементная карта Al, F, и Na

Можно предположить, что очагом распространения является ИркаЗ, т.к. именно вокруг него наблюдается максимальное значение содержания химических элементов в снеговом покрове. ИркаЗ занимается производством первичного алюминия, алюминиевых катанок и различных сплавов. Исходя из этого, делаем вывод, что ИркаЗ действительно может являться источником распространения данных элементов, а они в свою очередь являются побочными продуктами производства.

Предварительные выводы об особенностях нагрузки

В результате выполненных исследований установлен региональный геохимический фон содержаний в снеговом покрове широкого круга элементов. Сравнительно с фоном выполнено оконтуривание аномальных участков и зон. Пылеаэрозольные выбросы ИркаЗ и Новоиркутской ТЭС образовали контрастные аномалии многих химических элементов, строго идентифицирующих источники загрязнения. Ряд этих элементов относятся к особо токсичным: (As, Cd, F, Al). Установлено, что в составе аэрозольного загрязнения Бака высока доля их водорастворимых форм. Аномально высокие содержания As распространяются на расстояние 4 – 6 км от ИркаЗ. На

расстоянии в 500-1000 м для растворенных форм и 1000-2000 м для твердых соединений метрах от промплощадки концентрация As достигают максимума (2,44 мкг/л).

Выявленные ареалы высокой нагрузки загрязняющих примесей являются интегральной характеристикой длительного воздействия ИркАЗ на окружающую среду. Обнаруженные закономерности позволяют создать экономичную систему мониторинга и получать на ее основе адекватную оценку состояния окружающей среды в условиях длительного загрязнения атмосферы.

Установлено, что главными минеральными фазами во всех отобранных пробах являются кварц, плагиоклаз, слюды; алюминии самородный и корунд (Al_2O_3), муллит. В меньших количествах присутствуют каолинит, карбонаты. Данные кристаллические фазы труднорастворимы. В ряде проб обнаружен доломит и кальцит.

В процессе выполнения исследований для практического использования разработана методика геоинформационного анализа снегогеохимических проб, позволившая изучить состав закономерности распределения твердых фаз и растворимых компонентов в снеговом покрове на территории промышленных центров Прибайкалья. Количественно оценено содержание генетически различных типов (петрогенных и техногенных) кристаллических фаз, обнаруженных в воздушных выпадениях. Так муллит является индикатором газопылевых выбросов предприятий теплоэнергетики, карбонаты - предприятий химической промышленности; корунд, различные его модификации и соединения фтора - металлургического производства (алюминиевые заводы); для автотранспорта - кварц, для горнорудных природно-технических систем кристаллические фазы соответствующие петрографическому составу разрабатываемых в карьерах пород. Основные типоморфные элементы в выбросах Ирказ и Ново-Иркутской ТЭС - F, Al, Si, V, Mo, Ni, Fe . Эти элементы содержатся как в золе и шлаке шламоотвала, так и в составе газовой фазы алюминиевого производства.

Физико-химическое моделирование позволило определить формы существования элементов поллютантов в водном растворе и оценить устойчивость минеральных фаз в процессах их взаимодействия органическим веществом и почвенными растворами.

Полученные данные позволяют выделить в районе ИркАЗ две зоны загрязнения природной среды с различным соотношением форм нахождения тяжелых металлов в снеговом покрове. Выявлено наличие и пространственное различие максимумов концентраций токсичных элементов в твердом остатке и растворенной фазе снегового покрова "по факелу" выброса промышленных источников в северо-западном направлении.

На исследуемой территории наряду с контролируемыми источниками (ИркАЗ), существенный вклад в загрязнение пойм рек Иркута и Олхи вносят неконтролируемые источники загрязнения снегового покрова, такие как автотранспорт и предприятия городской инфраструктуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время геоэкология занимает далеко не последнее место в списке приоритетных направлений науки. Исследование природной среды на наличие опасных и вредных загрязняющих веществ является важной процедурой местного, регионального и федерального уровней. А современные геоинформационные системы, дополненные высокоскоростными линиями связи и системами поддержки принятия решений, значительно облегчают процесс обработки результатов таких исследований и позволяют визуально их представить.

В данной работе рассмотрена актуальность геоинформационных технологий в комплексной науке – геоэкологии. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- С целью предотвращения ошибок был изучен мировой опыт в подобных исследованиях;

- Разработана эффективная методика построения моно- и полиэлементных карт для оценки техногенной нагрузки;

- Проведен анализ результатов картографического построения, который позволил обнаружить источники загрязнения и описать их природу.

Построенные карты дают возможность увидеть нагрузку как в подверженных антропогенному влиянию территориях, так и имеющих фоновую нагрузку. Однако, не смотря на все достоинства, они не лишены недостатка, такого как ошибочность восприятия и влияния некоторых точек с недействительными значениями.

Данные технологии достаточно малозатратные, простые в освоении и несут информацию в более доступном виде, нежели табличные данные. С решением проблемы буквального чтения таких карт они будут все чаще встречаться нам в повседневности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баглаева Е. М. Загрязнение снегового покрова как экологический показатель. / Баглаева Е. М., Сергеев А. П., Медведев А. Н. // Вестник Уральского отделения РАН – 2010г. – №3(33) – С. 74-79;
2. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Юдахин Ф.Н. Методы анализа данных загрязнения снегового покрова в зонах влияния промышленных предприятий. // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2009г. – №5 – С. 447-457;
3. Воронцова А. В. Геохимия снегового покрова в условиях городской среды. / Воронцова А. В., Нестеров Е. М. // Естествознание – Санкт-Петербург, 2012г. – №2 – С. 125-132;
4. Головных Н. В., Бычинский В. А., Филимонова Л. М., Глазунов О. М. Геоэкологические исследования загрязненности почв в зоне действия алюминиевого завода. // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2014г. – №1 – С. 22-30;
5. Демина О.И., Зеленая О.Г., Паршин А.В. Некоторые экологические аспекты строительства газопроводов на территории Иркутской области // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2012. - N2. - С.42-47.
6. Демина О.И., Паршин А.В., Федоров А.М., Шестаков С.А. Методика создания корректной цифровой модели рельефа на основе открытых источников геоданных (на примере месторождения Бурал-Сарьдаг) // Георесурсы 2013, №3 (53), с.36-40;
7. Паршин А.В., Мельников В.А., Демина О.И., Руш Е.А. ГИС как судовая электронно-картографическая система // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. Т. 60. № 1. С. 40-46.
8. Паршин А.В., Шестаков С.А., Чудненко К.В., Савельев Е.П. Критерии оценки геоэкологического состояния вод озера Байкал // Вода: химия и экология, - 2013. – N9. - с. 24-31.

9. Паршин А.В., Руш Е.А., Спиридонов А.М. Автоматизация процесса обеспечения экологического мониторинга озера Байкал с применением современных ГИС и web-технологий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 1. С. 82-87.

10. Пластинин Л.А., Олзоев Б.Н., Паршин А.В. Проект геопортала «Космический мониторинг рационального природопользования оз. Байкал и Байкальской природной территории» // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 1. № 2. С. 72-76.

11. Решетников М.В. Результаты геохимической снеговой съемки локального участка территории Саратова. / Решетников М.В., Гребенюк Л.В., Смирнова Т.Д. // Известия Саратовского университета. Нов. сер. – Саратов, 2010г. - №1 – С. 74-80.

12. Руководство пользователя Golden Software Surfer // Интернет ресурс: <http://goldensoftware.com>;

13. Руководство пользователя Quantum GIS // Интернет ресурс: <http://gis-lab.info>;

14. Русал. Иркутский алюминиевый завод. // Интернет ресурс: <http://rusal-taishet.ru>

15. Сергеев А.П., Шичкин А.В., Буевич А.Г. Мониторинг загрязнения естественных депонирующих сред. Исследование представительности единичной пробы снега по интенсивности накопления (выпадения) пыли в подробных снеговых съемках четырех малых площадок и двух профилей. // Вестник КрасГАУ – Красноярск, 2009г. - №2 - С. 100-109;

16. Таловская А.В., Рапута В.Ф., Филимоненко Е.А., Язиков Е.Г. Экспериментальные численные исследования длительного загрязнения снегового покрова ураном и торием в окрестностях теплоэлектростанции (на примере томской ГРЭС-2). // Оптика атмосферы и океана – 2013г. – №8. – С. 26;