

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление 05.04.06 «Экология и природопользование»
Профиль «Экологические проблемы окружающей среды»
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколого-геохимическая оценка состояния территорий в зоне воздействия предприятий машиностроительного и газового комплексов (Кемеровская область)

УДК 621.002:504:550.4 (571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Капустина Анастасия Анатольевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульникова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность при эколого-геохимическом изучении территории»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Нина Владимировна	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

По разделу «Обзор англоязычной литературы», выполненному на английском языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор Антонина Михайловна	Кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

По разделу «Обзор англоязычной литературы», выполненному на английском языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	Доктор филологических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор		

Томск – 2016 г.

Оглавление

	с.
Обозначения и сокращения	3
Введение	4
1 Характеристика района расположения.....	6
1.1 Административно-географическая характеристика	6
1.2 Геоэкологическая характеристика	8
2 Обзор литературы.....	11
2.1 Экологические аспекты газового комплекса	11
2.2 Экологические аспекты машиностроительного комплекса.....	16
3 Методы исследования	19
3.1 Объект и предмет исследований	19
3.2 Аналитические исследования и расчеты	22
5 Социальная ответственность при эколого-геохимическом изучении территории	30
5.1 Профессиональная социальная безопасность	30
5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	32
5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	34
5.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	36
5.3 Законодательное регулирование проектных решений.....	37
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	39
Заключение.....	44
Список литературы.....	45
Приложение А.....	57

Обозначения и сокращения

ААА – атомно-абсорбционный анализ
БПК₅ – биологическое потребление кислорода за пять суток
ВПФ – вредный производственный фактор
ГРС – газораспределительная станция
ГТС – газотранспортная система
ЗВ – загрязняющее вещество / загрязняющие вещества
ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ
КЕО – коэффициент естественного освещения
КС – компрессорная станция
ЛПУМГ – линейное производственное управление магистральных газопроводов
МИНОЦ «Урановая геология» – Международный инновационный научно-образовательный центр «Урановая геология»
МЛСП «Приразломная» – морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»
ОПФ – опасный производственный фактор
ОСП – обособленное структурное подразделение
ПАВ – поверхностно-активные вещества
ПЭМ – просвечивающий электронный микроскоп
РЭМ – растровый электронный микроскоп
СМ – световой микроскоп ТЭС – тепловая электростанция
ССН – сборник сметных норм
ТЭО-проекта – технико-экономическое обоснование проекта
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль
УНПЦ «Вода» – учебно-научно-производственный центр «Вода»
УКПГ – установка комплексной подготовки газа
ХМАО – Ханты-Мансийский автономный округ
ХПК – химическое потребление кислорода
ЧС – чрезвычайная ситуация
ЭДС – электродвижущая сила
ICP-AES – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой

Введение

Магистерская диссертация – завершающий этап обучения по направлению «05.04.06 Экологические проблемы окружающей среды» специальности «Экология и природопользование».

Для Юргинского района характерными источниками загрязнения являются объекты транспорта и использования природного газа, поэтому в приоритете изучение динамичного загрязнения (на примере снегового покрова). Для города Юрга характерна иная специфика загрязнения, связанная с объектами металлургии, поэтому следует изучать компоненты природной среды, несущие долговременную информацию о техногенном воздействии (на примере почвенного покрова).

В рамках магистерской работы были изучены пробы снегового покрова, отобранные в зоне потенциального воздействия компрессорной станции Юргинского линейного производственного управления магистральных газопроводов (КС Юргинского ЛПУМГ), и пробы почвенного покрова, отобранные в городе Юрга, градообразующей отраслью которого является машиностроение.

Основное внимание уделено изучению снегового покрова. Материалы по изучению почвенного покрова включены в выпускную работу в рамках изучения почвенных проб совместно с сотрудниками Юргинского технологического института (старший преподаватель Торосян Е.С.).

Актуальность выпускной работы: здоровье населения напрямую зависит от экологического состояния территории его проживания. Изучение экологической ситуации в Кемеровской области проводится департаментом природных ресурсов и экологии Кемеровской области, углубленные исследования выполнены Языковым Е.Г., Шатиловым А.Ю., Шатуновым А. А., Чесноковой Е. В., Молодежниковой Л. И., Луговцовой Н. Ю.

Цель выпускной работы: оценить эколого-геохимическое состояние компонентов природной среды в зоне потенциального воздействия газового и машиностроительного комплексов Юргинского района по результатам изучения снеговых и почвенных проб.

Объектами для написания выпускной работы были выбраны компрессорная станция Юргинского ЛПУМГ и Юргинский машиностроительный завод. Транспорт газа и машиностроение, наряду с сельским хозяйством, составляют основу экономики Юргинского района, и, соответственно, обуславливают наибольший риск нарушения экологического благополучия территории.

Предметы изучения: снеговой покров (объект – компрессорная станция Юргинского ЛПУМГ) и почвенный покров (объект – Юргинский машиностроительный завод).

Научная новизна: установлена пылевая нагрузка на территорию в зоне потенциального воздействия компрессорной станции Юргинского ЛПУМГ, выявлены элементный состав снеготалой воды, элементный и минеральный составы твердого осадка снега; определены магнитная восприимчивость почв и содержание ртути в почве г. Юрга.

Личный вклад: проведены отбор, пробоподготовка и изучение проб снегового покрова; выполнены пробоподготовка и изучение проб почвенного покрова.

Практическая значимость: результаты исследований могут иметь практическую ценность для местного населения, а также для научных коллективов как «ранее проведенные исследования».

Реализация и апробация работы: по теме выпускной работы опубликованы две статьи с докладами (VIII Всероссийская научная студенческая конференция с элементами научной школы «Творчество юных – шаг в успешное будущее» имени профессора М.К. Коровина, XX Международный научный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр»).

1 Характеристика района расположения

1.1 Административно-географическая характеристика

Юргинский муниципальный район расположен на северо-западе Кемеровской области, на левом берегу р. Томь. На востоке территория граничит с Яшкинским районом, на юге – с Топкинским районом, на западе и юго-западе – с Новосибирской областью, на севере и северо-востоке – с Томской областью (рисунок 1.1.1) [1].

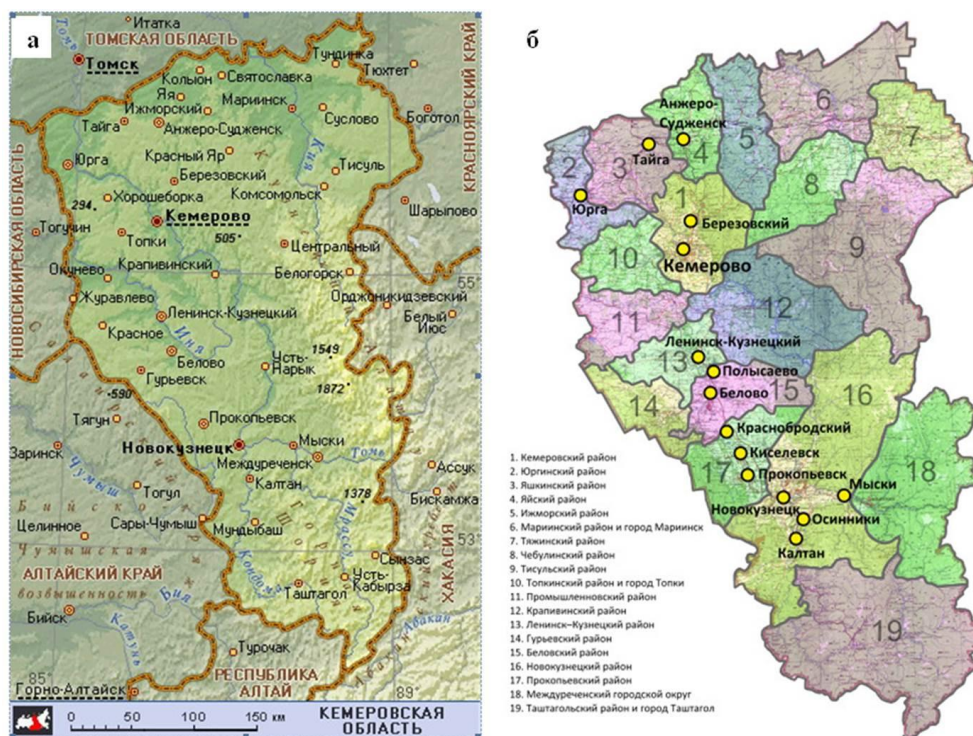


Рисунок 1.1.1 – Юргинский район на карте России (а) [2] и Кемеровской области (б)

Центром Юргинского муниципального района является городской округ Юрга, расположенный в 115 км от областного центра [1].

Площадь Юргинского района – 2,5 тыс. км² (2,6 % территории Кемеровской области), в том числе 1,9 тыс. км² – земли сельскохозяйственного назначения [3].

Рельеф района представляет собой всхолмленную равнину, изрезанную небольшими оврагами и балками. Водораздельные возвышенности обладают мягкими пологими склонами. Наиболее высокие отметки местности над уровнем моря наблюдаются в юго-восточной части района (на водоразделе р. Искитим и р. Стрельная), где они составляют в среднем 200–270 м. Максимальная отметка (Юргинские высоты) составляет 280 метров. Прослеживается общее понижение рельефа местности с юго-востока на северо-запад [4].

Большая часть территории района относится к степной местности, незначительные площади на северо-западе и юго-востоке – к лесостепной местности, покрытой смешанными лесами и кустарниками [3]. Леса Юргинского района относятся к

Западно-Сибирской подтаежно-лесостепному району [5]. Общая площадь лесных земель – 528 км², лесистость территории – 27,3% [3]. Преобладающие породы в лесной местности – береза, осина, ель и сосна [1].

Фауна Юргинского района представлена, в основном, теми же видами, что и на территории других районов Кемеровской области, среди которых: горностаи, заяц-беляк, заяц-русак, колонок, косуля, лисица, лось, соболь, хорь, глухарь, белая и серая куропатки, рябчик, тетерев [5].

Почвы района представлены, преимущественно, серыми лесными почвами [3]. Материнская порода почв представлена суглинками, часто с примесью щебнистого материала. Эти типы почв обладают невысоким плодородием. Слой гумуса незначителен. Почвы требуют внесения органических удобрений [6]. В южной части района развиты черноземные почвы.

Вдоль всей границы района с юго-востока на северо-запад протекает река Томь. В северной части района, с запада на восток, район пересекают маловодные реки Лебяжья и Чубур. По северной границе с запада на северо-восток протекает река Малая Черная. Все они впадают в реку Томь [1]. Тип питания рек – смешанный. Русла их заболочены, а в засушливое время года реки сильно мелеют. В границах района происходит изменение характера течения реки Томь с равнинно-горного к типично равнинному. Скорость течения Томи 1,4 км/ч на плесах, до 6,3 км/ч на перекатах [4].

Климат резко-континентальный с суровой зимой и теплым непродолжительным летом [3]. Основными климатообразующими факторами являются: беспрепятственное проникновение холодных воздушных масс с Северного Ледовитого океана, близость Восточной Сибири, где в течение зимы господствует область высокого атмосферного давления. Преобладающие направления ветра (в % указана доля ветров данного направления от общего числа зафиксированных ветров за год): южное (26%), юго-западное (24%), западное (14%). Штиль зафиксирован в 4% случаев. Среднегодовая температура воздуха в Юргинском районе изменяется в пределах от +0,6 °С до -1,8 °С. Среднемесячные температуры: января -18,5°С, июля +18°С. Возможны заморозки во все летние месяцы, кроме июля. Безморозный период длится около 100-110 дней. Среднегодовое количество осадков в Юргинском районе 400-450 мм, выпадают, преимущественно, в теплый период года. Средняя толщина снежного покрова – около 50 см. Образование устойчивого снежного покрова происходит в первую половину ноября. Сходит снег во второй половине апреля. На участках с незначительным снежным покровом почва промерзает на глубину 1-1,2 м., оттаивает в конце апреля [4].

1.2 Геоэкологическая характеристика

На территории Кемеровской области функционирует почти 23,1 тыс. организованных и неорганизованных источников выбросов, от которых в атмосферный воздух поступает более 250 наименований загрязняющих веществ (ЗВ) различных классов опасности.

Распределение объемов выбросов по административным территориям Кемеровской области неравномерно, наибольшее поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух сохраняется в городах Новокузнецк, Междуреченск, Мыски, Калтан, Полысаево, Белово, Ленинск-Кузнецкий, Кемерово.

Погодные условия Кемеровской области характеризуются пониженной рассеивающей способностью атмосферы, преобладанием слабых ветров и мощных приземных инверсий в холодное время года, что приводит к образованию смоговых явлений.

Основу геоэкологического облика Юргинского района формирует административный центр – город Юрга. В 2014 году в пределах административного района в атмосферный воздух поступило 11,216 тыс. т. загрязняющих веществ, из них 74% приходится на предприятия города Юрга [5]. Однако, совокупность приоритетных загрязнителей для города и для остальной территории района разная (рисунок 1.2.1).

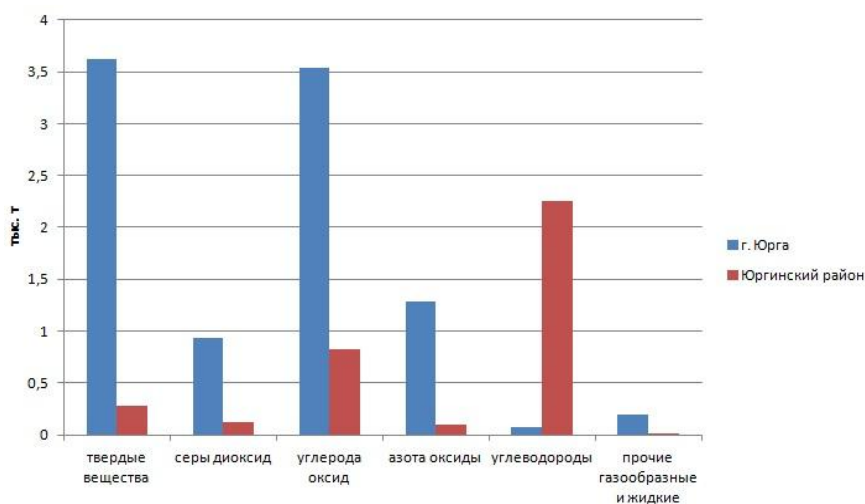


Рисунок 1.2.1 – Состав выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух на территории города Юрга и на остальной территории Юргинского района (данные за 2011 год), тыс. т. [1]

Основной вклад в суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников на территории города Юрга вносят твердые вещества, оксид углерода, оксиды азота и диоксид серы; на остальной территории района – углеводороды (в основном, метан) и оксид углерода.

Градообразующее предприятие – ООО «Юргинский машзавод» (около 80 % общего объема промышленной продукции), на его долю приходится более 60% выбросов твердых веществ, диоксида серы и оксида углерода. Также в городе работают такие предприятия, как: ОАО «Юргинские абразивы», ОАО «ДорМаш», Юргинский производственный комбинат «ТехноНИКОЛЬ-Сибирь», ЗАО «Юргинский завод железобетонных конструкций», ОСП «Юргинский ферросплавный завод» ОАО «Кузнецкие ферросплавы», мебельная фабрика, молочный завод, колбасная фабрика, пивоваренный завод [7].

Наибольший вклад в общую массу выброса загрязняющих веществ среди предприятий района вносит ООО «Томсктрансгаз» филиал Юргинское ЛПУМГ (53%) и ООО «Благоустройство» (11%). Доля вклада Юргинского района в загрязнении атмосферного воздуха области в 2014 году – 0,22 % [1, 5].

Наблюдается положительная динамика сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, как в пределах города Юрга, так и в пределах Юргинского района (таблица 1.2.1).

Таблица 1.2.1 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в пределах г. Юрга и Юргинского района от стационарных источников, тыс. т [8]

Год / масса выбросов	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
г. Юрга	15,018	12,739	11,665	9,051	9,654	8,771	8,323	8,298
Юргинский район	2,379	2,006	2,607	2,739	3,602	3,630	3,804	2,918

По результатам многолетнего мониторинга мощность экспозиционной дозы в пределах Кемеровской области находится в пределах 10-14 мкР/час, что не превышает естественный фон.

Характерными загрязняющими веществами рек Кемеровской области являются: нефтепродукты, фенолы, соединения азота, железа, меди, цинка, марганца, взвешенные вещества, органические соединения по показателям ХПК и БПК₅.

Реки бассейна р. Томь загрязняются сточными водами предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической, металлургической, коксохимической, химической, деревообрабатывающей промышленности, агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства [9].

В городе Юрга качество поверхностной воды не соответствует санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям и по микробиологическим показателям [1, 5, 10].

По данным управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Кемеровской области, в 2011 году на территории Юргинского

района было образовано 37,338 тыс. т отходов. Основная масса отходов приходится на отходы 4 и 3, а также 5 классов опасности.

Основной вклад в образование отходов производства и потребления на территории района внесено предприятиями сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства – 21,148 тыс. т (56,64 %), обрабатывающими производствами – 6,802 тыс. т (18,22 %) и предприятиями по производству и распределению электроэнергии, газа и воды – 1,874 тыс. т (5,02 %).

По функциональному назначению преобладают земли сельхозугодий – 151,785 тыс. га, земли под лесами – 62,1 тыс. га, земли под кустарниками – 14,503 тыс. га.

По состоянию на 31.12.2011 года общая площадь нарушенных земель составляет 0,012 тыс. га [1].

2 Обзор литературы

2.1 Экологические аспекты газового комплекса

Трубопроводный транспорт является одним из самых надежных видов транспорта [11, 12]. Однако масштабы последствий аварий на газопроводах для природы и человека существенны. В связи с этим большое внимание при транспорте газа уделяется охране окружающей среды. Для того, чтобы выявить возможные уязвимые участки газотранспортной системы и процессы, способные вызвать негативные последствия для окружающей среды, необходимо четко представлять весь процесс транспорта газа от добывающих скважин до конечного потребителя.

Газотранспортная система – связующее звено между месторождениями газа и его потребителями [13]. Основными элементами газотранспортной системы (ГТС) являются: трубопровод, компрессорные станции (КС), газораспределительные станции.

Добыча газа начинается с бурения скважин. При бурении используют буровой раствор, представляющий собой природную воду либо смесь воды с песком. Буровой шлам (изъятая из скважины порода вместе с водой) насыщен углеводородами, поэтому его отправляют на шламонакопитель (шламовый амбар).

Оцементация скважины выполняется не всей ее длины, а нескольких первых десятков метров от поверхности земли до плотного водоупорного горизонта. После этого верхние концы обсадных труб скрепляют колонной головкой, предназначенной для герметизации межтрубных пространств, подвески и закрепления обсадных колонн. На верхнем фланце колонной головки устанавливают фонтанную арматуру (фонтанная елка).

Соединения между составными деталями скважины и фонтанной арматуры выполняются герметично, и выделение газа возможно только при сбое при ее оборудовании либо при неплотном закрытии кранов в процессе работы со скважиной.

Газ, поступающий из скважины, необходимо подготовить перед его транспортировкой конечному пользователю. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием в нём, кроме целевых компонентов, также и примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Твердые частицы, находящиеся в газе, попадая в поршневые компрессоры, ускоряют износ поршневых колец, клапанов и цилиндров, а в центробежных нагнетателях — износ рабочих колес и самого корпуса нагнетателя. Кроме того, они разрушают арматуру, установленную на линейной части газопровода, на компрессорных и газораспределительных станциях. Жидкие частицы воды и конденсата, скапливаясь в пониженных местах, сужают сечение газопровода и способствуют образованию в нем гидратных и гидравлических пробок [14].

Газ подготавливают по различным схемам. Согласно одной из них, в непосредственной близости от месторождения сооружается установка комплексной подготовки газа (УКПГ), на которой производится очистка и осушка газа [15]. Газ из скважины поступает через сетчатые фильтры на мультициклонные пылеуловители для его осушения, а затем проводится его разделение (на метан и другие полезные компоненты, а также механические примеси) и замер полученных газов. Затем метан поступает на компрессорную станцию и далее – в основной газопровод, другие выделенные полезные компоненты (например, бутан) транспортируются по отдельному газопроводу либо закачиваются в баллоны. Механические примеси отправляют на шламовый амбар.

На данном участке транспорта газа (за исключением влияния компрессорной станции) воздействие на окружающую среду сводится к образованию механических примесей в результате его очистки. Механические примеси представляют собой смесь песка, воды и углеводородов.

Наибольшее воздействие на окружающую среду оказывает эксплуатация компрессорных станций.

Компрессорные станции устанавливаются не только на месторождениях для подготовки газа перед подачей его в магистральный газопровод, но и через каждые 100 км на магистральном газопроводе, т.к. по мере продвижения газа по трубопроводу он теряет энергию, преодолевая силы трения как между газом и стенкой трубы, так и между слоями газа. На компрессорных станциях газ дожимается до нужного давления и проводится его дополнительная очистка [12]. На рисунке 2.1.1 представлена типовая схема компрессорной станции.

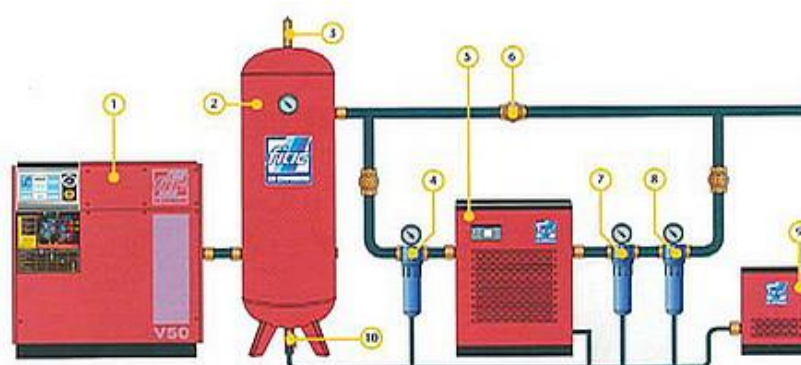


Рисунок 2.1.1 – Типовая схема компрессорной станции

(1 – винтовой воздушный компрессор, 2 – ресивер для накопления сжатого воздуха, 3 – предохранительный клапан для сброса избыточного давления, 4 – фильтр предварительной очистки (3 микрон), 5 – осушитель воздуха, 6 – клапан BY-PASS, 7 – микрофильтр (около 0,01 микрон), 8 – фильтр на основе активированного угля (0,003 микрона), 9 – сепаратор конденсата, 10 – клапан для слива конденсата) [16]

Главным элементом компрессорной станции является компрессор (один или более компрессоров, подключенных параллельно). После компрессора располагается ресивер. Ресивер нужен для решения следующих задач: поддержание постоянного давления воздуха в системе, хранение сжатого компрессором воздуха с целью обеспечить производство воздухом во время пиковых нагрузок, охлаждение сжатого компрессором воздуха, предотвращение слишком частых пусков и остановок компрессора. Третьим элементом компрессорной станции являются фильтры. В зависимости от требуемого качества воздуха этот элемент может иметь множество вариаций (на рисунке 2.1 фильтры обозначены цифрами 4, 7, 8). Сепаратор конденсата – заключительный элемент, входящий в комплект оборудования для подготовки сжатого воздуха [16].

Значительная часть загрязняющих атмосферу веществ на компрессорных станциях выделяется при работе газоперекачивающих агрегатов и составляет 98%, а остальные 2% – продукты сжигания газа при работе котельных и электростанций. Большое количество газа выбрасывается в атмосферу через «свечу» при остановках и пусках газоперекачивающих агрегатов. Кроме этого, потери газа на компрессорных станциях происходят при продувках пылеуловителей (фильтров).

Компрессорные станции поставляют в атмосферу оксиды азота и углерода, которые поступают от топливоиспользующего оборудования. При содержании в газе соединений серы в состав выбросов входят сероводород и диоксид серы. В связи с наличием большого парка автомашин, работающих на этилированном бензине и дизельном топливе, ремонтных мастерских и автозаправочной станций определено содержание в атмосфере углеводородов бензина, сажи, свинца и его соединения [17].

Выделение диоксида кремния, оксидов марганца, оксида железа, фторидов и фтористого водорода находится в зависимости от сварочных работ, металлической пыли – от работы участков металлообработки, древесной пыли – от работы участков деревообработки, паров метанола – от способа его хранения [18].

Согласно информации из ТЭО-проекта ООО «Газпром нефть шельф» для МЛСП «Прилазломная», приоритетными загрязнителями для транспортировки газа являются: оксид азота, диоксид азота, оксид углерода, диоксид углерода, диоксид серы, метан, бензапирен, формальдегид, сажа, сероводород, углеводороды предельные C_1 - C_5 и C_6 - C_{10} , оксид железа, пыль абразивная, соединения марганца, фториды [19].

Компрессорная станция, кроме влияния на атмосферный воздух, оказывает влияние на поверхностные и подземные воды посредством образования сточных и коммунально-бытовых вод.

Линейная часть газопроводов в процессе их эксплуатации оказывает незначительное влияние на окружающую среду, за исключением аварийных случаев. Однако в период строительства газопроводов происходит сильное воздействие на почвенный покров, флору и фауну, а в местах подводных переходов – на водоток (особенно опасно для водотоков криолитозоны). Происходит не только механическое нарушение почвенного покрова с перемещением и перемешиванием почвенных горизонтов, удалением растительности, но и химическое его загрязнение. Для предприятий транспорта газа выявлены основные причины химического загрязнения. Они представляют собой разливы углеводородного конденсата, ингибиторов коррозии и гидратирования во время продувок газопроводов, разливы турбинного топлива, метанола, органических кислот, ПАВ [18].

В процессе регулярных ремонтных работ проводится замена устаревших труб и очистка полости действующих трубопроводов от газового конденсата. Газовый конденсат поступает на шламонакопитель. Отходы газового конденсата – водонефтяная эмульсия, состоящая из газового конденсата (30-85%), воды (10-70%), масла (<5%) [20].

Для исключения возможности повреждения линейной части газопроводов устанавливаются охранные зоны. Вдоль трасс газопроводов охраняется участок земли, ограниченный условными линиями, проходящими в 25 метрах от оси трубопровода с каждой стороны. Вдоль подводных переходов охраняется участок водного пространства от водной поверхности до дна, заключенный между параллельными плоскостями, отстоящими от осей крайних ниток переходов на 100 м с каждой стороны. Расстояние от оси газопроводов до населенных пунктов, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений устанавливается согласно таблице 4 Свода правил СП 36.13330.2014 [112]. Расстояние варьируется от 10 м (до кабелей междугородной связи) до 350 м (населенных мест при диаметре газопровода свыше 1200 мм). При строительстве трубопроводов берут в расчет перспективное развитие городов и других населенных мест [112].

Подача газа потребителям из магистрального газопровода выполняется на газораспределительных станциях (ГРС) через газопровод-отвод. На ГРС газ освобождается от механических примесей, проходит процедуры предотвращения гидратообразования и понижения давления. Далее газ подается на узел учета газа и затем на узел одоризации. Одоризационная установка вводит одорант в поток газа пропорционально его расходу, после этого газ поступает в газопровод потребителя [21, 22].

Характер влияния ГРС на окружающую среду аналогичен влиянию КС, за исключением дополнительного влияния от одоризационной установки. В качестве одоранта используют сильно токсичное вещество – этилмеркаптан. Однако масштаб воздействия ниже, т.к. объем поступающего газа на ГРС меньше, чем на КС. В связи с этим размер охранной зоны ГРС меньше, чем для КС (таблица 5 Свода правил СП 36.13330.2014 [112]). Но необходимо помнить, что при размещении на ГРС и КС одоризационных установок расстояние от них до населенных пунктов следует принимать с учетом предельно допустимых концентраций вредных веществ в атмосфере воздуха населенных пунктов, установленных Минздравом России (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03) [21].

Эксплуатация газотранспортной системы (ГТС) в проектом режиме несущественно влияет на окружающую среду и ограничивается описанным выше влиянием. К нарушениям, причиненным на стадии строительства газопровода, природа адаптировалась и согласует природные процессы с новыми условиями.

Наблюдения на трассах действующих трубопроводов показывают, что по истечении времени собственно технологический коридор покрылся травянистой растительностью и зарос ивняком. Идет процесс почвообразования и формирования маломощного гумусового горизонта. На границах биотопов создались разнообразные благоприятные условия для жизнедеятельности животных. Трасса не оказала существенного негативного влияния на качество биоразнообразия [23].

Более того проводятся мероприятия по снижению выбросов парниковых газов на всех этапах транспортировки газа, такие как: перевод газоперекачивающих агрегатов на воздушный пуск, использование тепла выхлопных газов газоперекачивающих аппаратов для подогрева воды или генерации пара.

Помимо проектного режима работы ГТС, возможен аварийный режим работы. В таком случае потенциальное воздействие на окружающую среду увеличивается в разы. Характерной особенностью аварийного воздействия газопровода на ОС является наличие термического влияния, связанного с возгоранием газа, а также значительное нарушение целостности почвенно-растительного покрова. Радиус термического воздействия составляет от 30 до 600 м, а котлован, образующийся в момент аварии газопровода, достигает максимальных размеров до 106*56*12 м [24].

Аварии на ГТС могут быть спровоцированы гидратообразованием, опасными природными явлениями, действиями третьих лиц, коррозией металла труб и строительными дефектами [25].

Последующие ремонтные работы приводят к повторному воздействию на почвенный и растительный покровы.

При эксплуатации газопроводов могут происходить аварийные выбросы загрязняющих веществ. В 1998 г. зафиксировано три аварийных выброса на предприятиях «Севергазпрома» – Грязовецком и Шекснинском линейных производственных управлениях газопроводов. Аварии произошли из-за разрушения участков магистральных трубопроводов с возгоранием природного газа. Сгорело 3484 тыс. м³ газа, что повлекло за собой гибель леса на площади 1 га [23].

Однако существует и обратное влияние геоэкологических факторов на состояние ГТС. Среди этих рисков могут быть названы следующие:

- коррозионные нарушения трубопроводов за счет агрессивной физико-химической и биологической среды;
- разрывы трубопроводов при деформациях грунтов (поверхностная эрозия, солифлюкция, оползни, термокарст, проседания, водные размывы) [24].

По сравнению с 70-ми годами 20 века аварийность на газопроводах (в целом в мире) снизилась в 6 раз. Показатели аварийности на газопроводах России за последние 5 лет приблизились к показателям аварийности на трубопроводах США и Европы: 0,13 аварий в год для газопроводов. Общая протяженность газопроводов в РФ – 150 тыс. км. Т.е. $0,13 \cdot 150 = 20$ аварий в год [26].

2.2 Экологические аспекты машиностроительного комплекса

К числу наиболее крупных и промышленных предприятий города Юрга, связанных с обработкой металлов, относятся ООО «Юргинский машзавод», ОСП «Юргинский ферросплавный завод» ОАО «Кузнецкие ферросплавы».

ООО «Юргинский машзавод» обладает полным машиностроительным циклом – от выплавки стали до выпуска готовых изделий. Предприятие располагает собственной ТЭЦ, большим транспортным парком, современными складскими помещениями, отгрузочными площадками, железнодорожной сортировочной станцией и хорошо развитой инфраструктурой: сетью автомобильных дорог и железнодорожных подъездных путей. Завод специализируется на производстве горно-шахтного оборудования, грузоподъемной и специальной техники, сельскохозяйственных машин [27].

Топливом для ТЭЦ Юргинского машзавода (данная ТЭЦ снабжает теплом также и город Юрга) служит преимущественно каменный уголь.

Основное влияние машиностроительные заводы оказывают на поверхностные и подземные воды, почвенный покров и атмосферный воздух.

Для предприятий полного машиностроительного цикла характерны следующие загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух: диоксид серы, оксид углерода, оксид азота, фенол, диоксид серы, свинец, соединения шестивалентного хрома.

Со сточными водами в водоемы попадают опасные для окружающей среды вещества – сульфаты, хлориды, нефтепродукты, цианиды, соли никеля, хрома, фосфора, кадмия и многие другие. В районе рек, на берегу которых расположены большие машиностроительные предприятия, можно обнаружить ионы тяжелых металлов [28].

Твердые отходы загрязняют почву в виде опилок, стружки, золы, шлаков, пыли и осадков. При выплавке 1 т. чугуна и стали получают 0,2-1 т. шлака. Микроэлементный состав шлаков зависит от перерабатываемого сырья [29].

Каждый технологический цикл обладает набором специфичных загрязняющих веществ:

- внутризаводское энергетическое производство и другие процессы, связанные со сжиганием топлива (зола, диоксид азота, оксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен);
- литейное производство (оксиды углерода, пыль, диоксид азота, оксид азота, оксиды серы, хлориды, фториды, ЛОС, цианиды, диоксины, соединения металлов) [30];
- металлообработка конструкций и отдельных деталей (металлические опилки, стружка, пыль);
- сварочное производство (пары оксидов химических элементов (цинка, железа, марганца, меди, хрома шестивалентного, никеля, кремния), фториды, оксиды азота, озон, оксид углерода [31]);
- гальваническое производство (цианиды, растворители, ПАВ, масла, смазки [32], соединения металлов (ртуть, свинец, кадмий, висмут, никель, цинк));
- лакокрасочное производство (зависит от состава лаков и красок – около 40 вредных веществ, среди них: свинец, дихлорэтан, гексаметилендиамин, эпихлоргидрин, трикрезилфосфат) [28].

По уровню загрязнения окружающей среды районы гальванических и красильных цехов как машиностроительных в целом, так и оборонных предприятий сопоставимы с такими крупнейшими источниками экологической опасности, как химическая промышленность; литейное производство сравнимо с металлургией; территории заводских котельных – с районами ТЭС, которые относятся к числу основных загрязнителей [33].

Щелочные стоки гальванического производства, содержащие цианиды и кислоты, смешиваясь, могут продуктировать синильную кислоту, которая является токсичным газом [32].

В среднем гальванические осадки содержат по сравнению с земной корой в тысячи раз больше Cd; в сотни раз – Cu, Cr, Pb; в десятки раз – Ni и Zn (максимальные коэффициенты концентрации на один – два порядка выше) [29].

Согласно Виноградову С.С., в сточных водах гальванического производства содержатся соединения химических элементов: обладающие канцерогенными свойствами (соединения As, Se, Zn, Pd, Cr, Be, Pb, Hg, Co, Ni, Ag, Pt могут вызвать развитие злокачественных новообразований), мутагенными свойствами (ZnS), тератогенными свойствами (соединения Cd, Pb, As, Co, Al, Li способны вызвать уродства у рождающихся детей) и аллергенными свойствами (соединения Cr^{6+}).

Кроме того, некоторые неорганические соединения оказывают губительное действие на микроорганизмы очистных сооружений, прекращают или замедляют процессы биологической очистки сточных вод и сбраживание осадков в метантенках (устройство для анаэробного брожения жидких органических отходов с получением метана).

При использовании воды загрязненных водоёмов для орошения цветные металлы выносятся на поля и концентрируются в верхнем наиболее плодородном гумусосодержащем слое почвы.

При одновременном присутствии в сточных водах гальванопроизводства нескольких вредных компонентов проявляется их совместное, комбинированное действие на организм человека, теплокровных животных, флору и фауну водоемов, на микрофлору очистных сооружений канализации, выражающееся в синергизме (эффект действия больше простого суммирования); антагонизме (действие нескольких ядов меньше суммированного) и в аддитивности (простое суммирование). Например, кадмий в сочетании с цинком и цианидами в воде усиливает их действие, мышьяк является антагонистом селена [34].

В настоящее время на большинстве предприятий в качестве основного метода очистки стоков гальванических производств от ионов тяжелых металлов используют реагентный метод. Суть метода сводится к образованию гидроксидов или солей тяжелых металлов, которые затем удаляют отстаиванием, фильтрацией или другими способами разделения твердой и жидкой фаз. В качестве реагентов чаще всего используют щелочи (гидроксид натрия и калия), оксид и гидроксид кальция, карбонаты кальция, магния, натрия. Существенными недостатками реагентного метода очистки являются: дополнительное загрязнение стоков за счет внесения в них катионов и анионов реагентов; получение труднообезвоживаемого и не утилизируемого осадка [35].

3 Методы исследования

3.1 Объект и предмет исследований

В рамках магистерской диссертации были выбраны два объекта исследования: компрессорная станция Юргинского ЛПУМГ и город Юрга. Оба объекта находятся в пределах одного муниципального района, территориально сближены и имеют главенствующие роли в формировании экологического облика прилегающей территории.

Основное внимание уделено изучению снегового покрова. Материалы по изучению почвенного покрова включены в выпускную работу в рамках изучения почвенных проб совместно с сотрудниками Юргинского технологического института (Торосян Е.С.).

Снеговой покров

В качестве предмета исследований компрессорной станции Юргинского ЛПУМГ был выбран снеговой покров. Согласно РД 52.04.186-89 [103], данные о содержании веществ в снеговом покрове являются единственными материалами для оценки регионального загрязнения атмосферы в зимний период. Естественное пылевыведение с территории минимизируется, и витающие в воздухе частицы имеют преимущественно техногенное происхождение [36]. Исследование снегового покрова выполняется атмогеохимическим методом.

Атмогеохимический метод исследований предназначается для изучения пылевой нагрузки и особенностей вещественного состава пыле-аэрозольных выпадений данного района. Пыле-аэрозольные выпадения анализируются, главным образом, путем отбора проб снега. Пробы отбираются с учетом элементов рельефа и их экспозиции по отношению к направлению ветро-пылевого переноса, а также на участках техногенных газопылевых выбросов. Все работы выполняются с учетом методических рекомендаций, приводимых в учебном пособии [37] и в руководстве по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89 [103]).

Отбор проб снега был выполнен 1 апреля 2015 года в зоне потенциального воздействия КС Юргинского ЛПУМГ, отбор проб велся по векторной схеме на расстоянии от 150 м до 1,5 км от границ территории компрессорной станции. При отборе было учтено главенствующее направление ветра; по направлению ветра отобрано 4 пробы на расстоянии от 150 до 1,5 км, с подветренной стороны – 2 пробы на расстоянии 450 и 800 м., и в крест направлению – по одной пробе на расстоянии 150 и 450 м (рисунок 3.1.1).

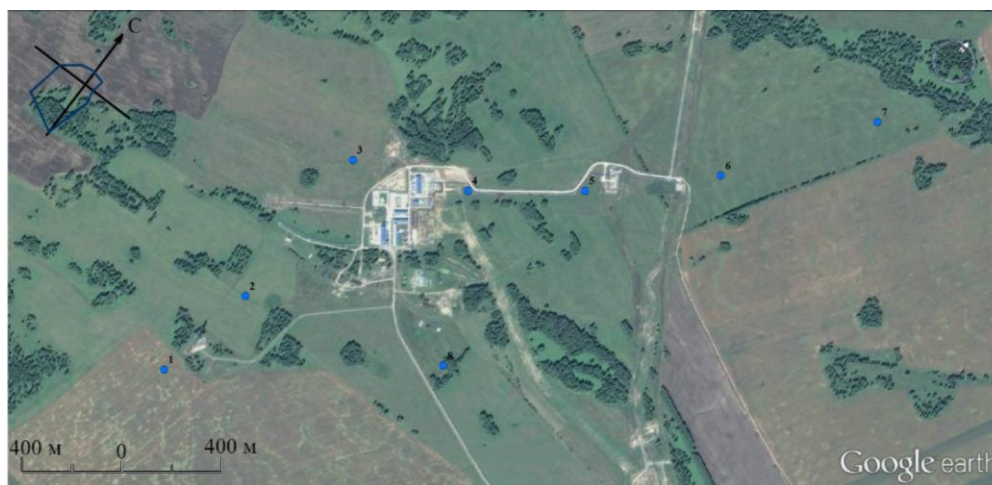


Рисунок 3.1.1 – Карта отбора проб снега в зоне потенциального воздействия компрессорной станции (Кемеровская область) [38]

Отбор снеговых проб выполнялся методом шурфа (на всю мощность снежного покрова, за исключение 5-и см слоя над почвой) в прочные полиэтиленовые пакеты, для отбора использовались пластмассовые лопатки, каждая проба подписывалась с указанием мощности снежного покрова и параметров шурфа (длина и ширина). Масса проб варьировалась от 15 до 20 кг. Снеговые пробы для дальнейших исследований подготавливались по стандартной методике (рисунок 3.1.1):

- 1) сначала происходило таяние проб в пластмассовых тазах при комнатной температуре в течение 1-2 суток;
- 2) затем с водной поверхности пластмассовым пинцетом удалялись крупные частицы, мешающие дальнейшим действиям;



Рисунок 3.1.1 – Пробоподготовка проб снегового покрова [37]

- 3) после этого с помощью полиэтиленовой трубки откачивалась осветленная снеготалая вода, так чтобы конец трубки не касался стенок таза и водной поверхности;

4) в момент, когда объем снеготалой воды в тазу задерживался на отметке 1-2 литра, откачка прекращалась, стенки таза обмывались оставшейся снеготалой водой и вода переливалась в стеклянную банку, где в течение суток отстаивалась перед дальнейшей фильтрацией;

5) перед началом фильтрования подготавливалась стеклянная банка и пластмассовая воронка, в которую укладывался фильтр «синяя лента» (предварительно взвешенный), затем фильтр постепенно заполнялся «загрязненной» водой; согласно с классификацией бумажных фильтров, фильтры «синяя лента» характеризуются мелким размером пор, высокой плотностью бумаги и очень низкой скоростью фильтрации и применяются для фильтрации мелкозернистых осадков;

6) по окончании фильтрации фильтры высушивались при комнатной температуре, просеивались до фракции менее 1 мм и взвешивались.

Пробоподготовка снеговых проб выполнена в МИНОЦ «Урановая геология». Итог пробоподготовки для дальнейших исследований: снеготалая вода, твердый осадок снега и масса твердого осадка снега.

Почвенный покров

В качестве предмета исследований города Юрга был выбран почвенный покров. Почва накапливает в течение длительного времени продукты техногенеза, которые изменяют ее химический состав и включаются в природные и техногенные циклы миграции. В почве накапливаются вещества, не подверженные процессам полного разрушения и особо опасные для живых организмов в виде пылевой составляющей [37]. Исследование почвенного покрова выполняется литогеохимическим и каппаметрическим методами исследований.

Литогеохимический метод исследований предполагает изучение элементного и вещественного состава почвы. Методом каппа-метрии устанавливается магнитная восприимчивость почвы. Магнитные свойства почв являются надежным индикатором их техногенного изменения [39], т.к. тяжелые металлы в почвах тесно ассоциированы с магнитными минералами [40].

Отбор проб почвенного покрова на территории города Юрга был выполнен осенью 2015 г. Еленой Самвеловной Торосян. Отбор осуществлен по сети с шагом 500 м.

Место отбора пробы – площадка размером 10x10 метров. Проба с каждой площадки представляет собой объединенную пробу, состоящую из 5 точечных проб, отобранных в углах площадки и в ее центре.

Сначала с поверхности почвенного покрова в месте отбора точечной пробы: удалялся растительный покров, после этого был выполнен сам отбор пробы. Точечные пробы отбирались шпателем из прикопок. Масса объединенной пробы составила 1-1,5 кг.

Пробоподготовка включала следующие операции (рисунок 3.1.2): предварительное просушивание, удаление любых включений, растирание и просеивание через сито с диаметром отверстий 1 мм. Перечисленные этапы были выполнены Е.С. Торосян в Юргинском институте ТПУ.



Рисунок 3.1.2 – Пробоподготовка проб почвы [37]

После этого была выделена представительная проба для лабораторного анализа массой 150-200 г и измельчена (рисунок 3.2.1) на дисковом истирателе «МВИ-1» до пудрообразного состояния (0,074 мм). Измельчение проводилось в МИНОЦ «Урановая геология».

3.2 Аналитические исследования и расчеты

Изучение минерального состава твердого осадка снега и анализ почвы выполнены в МИНОЦ «Урановая геология».

ICP-AES снеготалой воды и твердого осадка снега проведен в Центре управления научно-исследовательским оборудованием «НИ ТПУ», пробоподготовка твердого осадка снега осуществлена в МИНОЦ «Урановая геология».

Установление общего химического состава воды было выполнено в УНПЦ «Вода» кафедры ГИГЭ «НИ ТПУ».

1) Определение вещественного состава на бинокулярном микроскопе

Исследование вещественного состава твердого осадка снегового покрова проводят на основе авторского патента на изобретение № 2229737 от 17 октября 2002 г.

«Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами» (Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.) [41].

Объект изучения – твердый осадок снега, осевший после фильтрации снеготалой воды на фильтре, просушенный до сухого состояния; из твердого осадка удалены макровключения с помощью сита (размер пор 1 мм).

Микроскопическое изучение проб проводят с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа (Leica ZN 4D) (рисунок 3.2.1) [41].



Рисунок 3.2.1 – Бинокулярный стереоскопический микроскоп Leica ZN 4D кафедры ГЭГХ

Каждая из проб рассматривается под бинокуляром (часть пробы), и визуально выделяются природные и техногенные частицы. Среди обеих групп выделяют разновидности (волокнистые частицы, микросферулы, биогенные частицы и т.д.).

2) Рентгеноструктурный анализ

Данный анализ применен для установления минерального состава твердого осадка снега.

Перед проведением непосредственного исследования, образец измельчается до пудры в ступке, которая протирается спиртом до и после истирания. Истолчённым образцом заполняется прободержатель и шлифуется. В данном случае был применен низкофоновый прободержатель для небольших количеств пробы. Подготовленная проба помещается в приставку установки D2 PHASER (рисунок 3.2.2).



Рисунок 3.2.2 – Настольный дифрактометр D2 PHASER кафедры ГЭГХ

Вращение датчика проводится с 4° до 110° . Это обстоятельство обусловлено особенностью преломления рентгеновских лучей и опытом работы. Снятие спектров выполняется в течение 1100 секунд, в каждой точке съемка проводится 2 секунды [42].

Расшифровка дифрактограммы проводится в программе EVA в соответствии с инструкцией по работе.

3) Электронная микроскопия

С помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) был определен минеральный состав отдельных компонентов твердого осадка снега и была выявлена форма их присутствия в пробе. Характеристики данного микроскопа приведены в таблице 3.2.1 [43].

Таблица 3.2.1 – Характеристики растрового электронного микроскопа Hitachi S-3400N

Характеризуемый параметр	Характеристика
Разрешающая способность	3 нм (2 класс)
Увеличение	300 тыс. раз
Рабочее расстояние	10 мм.
Ускоряющее напряжение	20 кВ
Детектор	обратно-рассеянных электронов

По своим техническим возможностям РЭМ сочетает в себе качества как светового (СМ), так и просвечивающего электронного (ПЭМ) микроскопов, но является более многофункциональным [44]. На рисунке 3.2.3 представлен электронный микроскоп кафедры ГЭГХ.

Электронно-оптическая колонна растрового электронного микроскопа состоит из электронной пушки, нескольких электромагнитных фокусирующих линз, отклоняющей системы и набора диафрагм. Так как электрон – это заряженная частица, то он взаимодействует с образцом посредством кулоновских сил.

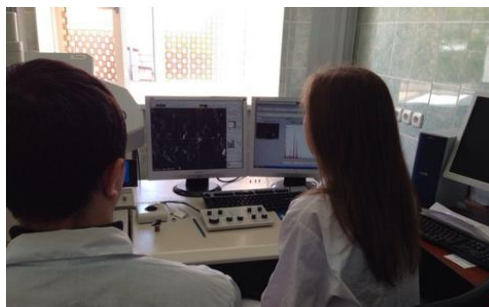


Рисунок 3.2.3 – Растровый электронный микроскоп Hitachi S-3400N кафедры ГЭГХ

Отраженные электроны попадают на детектор, внося изменения в протекающий ток. Этот сигнал усиливается и выдается на монитор микроскопа в виде пикселей. Изображение в режиме отраженных электронов содержит два типа информации: первый отвечает составу исследуемого образца, второй – его топографии [45].

4) Атомно-абсорбционный анализ холодного пара (ААА)

Методом атомно-адсорбционной спектроскопии был определен 1 элемент – ртуть (Hg). Порядок определения ртути в почве и в твердом осадке снега аналогичен. Ртуть определяют «беспламенным методом», поскольку она может существовать в

парообразном состоянии и при комнатной температуре. Прибор – анализатор ртути «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» [46] (рисунок 3.2.4).

Установка для работы на ААА состоит из блоков:



Рисунок 3.2.4 – Анализатор ртути «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» кафедры ГЭГХ

5) Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES)

ICP-AES был применен для определения 31 химического элемента в снеготалой воде и твердом осадке снега: Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Sr, Ba, W (литофильные), Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Pb, Bi (халькофильные), Fe, Co, Ni, Mo (сидерофильные).

Характеристики ICP-AES приведены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2 – Характеристики ICP-AES

Наименование параметра	Характеристика параметра
Фаза вещества	жидкая
Чувствительность	10^{-7} – 10^{-8} % [47]
Предел обнаружения	10^{-9} – 10^{-6} % (0,01 – 10 мкг/л) [48]
Размер навески	1-5 мл (0,1 – 1 г) [48]
Экспрессивность	высокая (1 мин/проба)
Трудоемкость	Для жидкости – нетрудоемкий, для твердого вещества - трудоемкий
Преимущества ICP-AES относительно других спектральных анализов	Позволяет одновременно регистрировать все спектральные линии в ультрафиолетовом и видимом диапазонах. Высокоточный.
Недостатки ICP-AES относительно других спектральных анализов	Перевод вещества в раствор: возникает проблема неполного растворения и опасность загрязнения пробы реактивами. Стоимость.

Атомно-эмиссионный спектральный анализ – совокупность методов элементного анализа, основанных на изучении в газовой фазе спектров испускания свободных атомов и ионов анализируемой пробы, возбуждаемых в источниках света. В качестве источников света для атомно-эмиссионного анализа используют пламя горелки или различные виды

плазмы, включая плазму электрической искры или дуги, плазму лазерной искры, индуктивно-связанную плазму, тлеющий разряд.

Для проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной плазмой необходимо пробу перевести в жидкую фазу. Данная подготовка позволит в дальнейшем распылить пробу перед ее подачей в плазменную горелку.

6) Потенциометрический метод

Потенциометрическим методом был установлен водородный показатель при определении общего химического состава снеготалой воды.

Потенциометрический метод основан на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из индикаторного электрода и электрода сравнения (рисунок 3.2.5) [49]. По химической классификации, потенциометрия относится к группе электрохимических методов анализа.

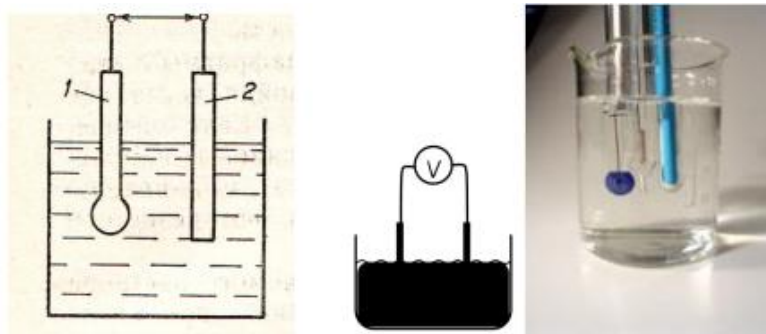


Рисунок 3.2.5 – Принцип потенциометрического метода анализа

(1 – измерительный электрод, 2 – сравнительный электрод) [50]

Активность ионов водорода характеризует кислотные или щелочные свойства водных растворов и определяется водородным показателем pH. Чистая химически нейтральная вода имеет $\text{pH} = 7$ при температуре $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, у кислых растворов $\text{pH} < 7$, у щелочных $\text{pH} > 7$; pH измеряется косвенно по ЭДС между измерительным и сравнительным электродами.

7) Титриметрический метод

Титриметрическим методом были определены содержания гидрокарбонатных (HCO_3^-) и хлоридных (Cl^-) анионов и катионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}).

Титриметрический анализ – метод количественного химического анализа, который базируется на измерении точного объема раствора с точно известной концентрацией (титранта), истраченного на взаимодействие с определяемым веществом.

К раствору определяемого вещества постепенно добавляют раствор реактива точно известной концентрации (титрант) до того момента, когда начинает наблюдаться изменение расцветки раствора, который титруется. В этот момент прекращают добавление титранта.

8) Турбидиметрический метод

Турбидиметрическим методом было определено содержание сульфидных ионов (SO_4^{2-}).

Турбидиметрическим называют метод оптического анализа, основанный на измерении ослабления интенсивности светового потока, прошедшего через суспензию, вследствие поглощения и рассеивания светового потока суспензией.

Турбидиметрический анализ менее точен, чем фотокolorиметрический. Это связано с тем, что рассеивание света обусловлено не столько концентрацией рассеивающих частиц в суспензии, сколько формой, размером и характером поверхности частиц твердой фазы. Поэтому турбидиметрический анализ используют только для определения тех ионов, для которых не существует удовлетворительных colorиметрических методов. Это относится, главным образом, к сульфатным и хлоридным ионам [51].

9) Пламенно-фотометрический метод

Пламенно-фотометрическим методом были определены содержания ионов натрия (Na^+) и калия (K^+).

Пламенно-фотометрический метод основан на способности атомов натрия и калия возбуждаться в пламени и излучать свет определенных длин волн при переходе в нормальное состояние. В испускаемом свете выделяют характерную для определяемого металла спектральную линию (длина волны – 589 нм для натрия и 768 нм для калия). Ее интенсивность, пропорциональная содержанию определяемого металла, регистрируется как аналитический сигнал.

Данный метод позволяет определить массовую концентрацию натрия и калия в пробах поверхностных вод суши в диапазоне 1,0-50,0 мг/дм³ [104].

10) Фотокolorиметрический метод

Фотокolorиметрическим методом было определено содержание железа общего.

Соединения железа присутствуют в водах в виде двух степеней его окисления (Fe^{2+} и Fe^{3+}) и представлены тремя миграционными формами: растворенной, коллоидной и взвешенной. Суммарную концентрацию в воде всех растворенных форм железа выражают показателем «железо общее». Предел обнаружения методики составляет 0,05 мг/л [105].

Фотокolorиметрия – метод анализа, основанный на измерении поглощения света окрашенными растворами в видимой области спектра (400-760 нм). Определяемое вещество должно давать окрашенные продукты реакции при взаимодействии с

реактивами. Интенсивность окраски раствора находится в прямой зависимости от концентрации растворенного вещества и толщины слоя раствора [52].

11) Флуориметрический метод

Флуориметрическим методом было определено содержание нефтепродуктов.

Метод основан на экстракции нефтепродуктов гексаном и измерении интенсивности флуоресценции экстракта [53].

Метод отличается высокой чувствительностью (нижняя граница диапазона измерений $0,005 \text{ мг/дм}^3$), экспрессностью, малыми объемами анализируемой пробы и отсутствием значимых мешающих влияний липидов. В формировании аналитического сигнала участвуют только ароматические углеводороды. Поскольку они обладают различными условиями возбуждения и регистрации флуоресценции, наблюдается изменение спектра флуоресценции экстракта в зависимости от длины волны возбуждающего света. Для нефтепродуктов, относящихся к средним фракциям (дизельное топливо, масла) наблюдаются небольшие различия в относительной величине аналитического сигнала. Существенного занижения результатов анализа следует ожидать при анализе проб, загрязненных легкими фракциями (керосин, бензин) [54].

12) Измерение магнитной восприимчивости

Измерение кажущейся магнитной восприимчивости выполнено каппаметром ПИМВ-М (рисунок 3.2.6). Диапазон измерений: от $1 \cdot 10^{-5}$ до 1 единиц СИ.



Рисунок 3.2.6 – Полевой измеритель магнитной восприимчивости кафедры ГЭГХ

Почвенные пробы были расфасованы по пакетам массой 100 грамм каждый. Для определения значения магнитной восприимчивости проба помещается в пластиковый стакан и плотно прижимается к торцевой рабочей поверхности корпуса прибора, после чего выполняется замер. Измерение выполняют три раза и затем находят среднее значение.

В основу работы прибора положен частотный способ измерения магнитной восприимчивости. В качестве первичного преобразователя используется плоская индукционная катушка, расположенная на торцевой рабочей поверхности корпуса прибора и являющаяся частотоподающим элементом генератора низкой частоты. Прибор

измеряет частоты колебаний генератора и рассчитывает кажущуюся магнитную восприимчивость [55].

13) Расчетный метод

Расчетный метод применяется для вычисления показателей, определение которых производится по формулам. Таким методом были определены: минерализация и жесткость снеготалой воды, размер шурфа, величина пылевой нагрузки.

Расчетный метод позволяет структурировать аналитический материал, а также определить показатели, которые можно выявить только с помощью математических операций.

Минерализация характеризует общее содержание в воде растворенных солей и веществ, находящихся во взвешенном и коллоидном состоянии. Для определения минерализации необходимо вычислить общую сумму катионов и анионов в ионной форме (мг/л) [56].

Размер шурфа определяется как произведение длины и ширины его верхнего основания и выражается в м² или в см².

Величина пылевой нагрузки определяется отношением массы твердого осадка снега, полученного при просушке фильтра конкретной пробы, к произведению размера шурфа и количества дней от момента снегостава до момента отбора пробы снега.

Расчет пылевой нагрузки вычисляется по формуле (3.2.1) [57]:

$$P_n = \frac{P_o}{S \times t}, \quad (3.2.1)$$

где P_n – величина пылевой нагрузки, мг/м²*сут или кг/км²*сут;

P_o – вес твердого снегового осадка, мг (кг);

S – площадь снегового шурфа, м² (км²);

t – количество суток от начала снегостава до дня отбора проб.

Для определения пылевой нагрузки использована следующая градация [57]:

0-250 мг/м²*сут – низкая степень загрязнения;

251-450 мг/м²*сут – средняя степень загрязнения;

451-850 мг/м²*сут – высокая степень загрязнения;

>850 мг/м²*сут – очень высокая степень загрязнения.

К показателям, определяемым расчетным методом, относят также коэффициент концентрации, кларк концентрации, суммарный показатель загрязнения и другие показатели.

5 Социальная ответственность при эколого-геохимическом изучении территории

Социальная ответственность (social responsibility) – ответственность организации (группы людей) за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду [98].

Применительно к цели написания данной главы под социальной ответственностью понимается ответственность перед обществом за выполнение эколого-геохимического изучения территории. Данная ответственность распространяется с момента начала выполнения полевых работ и до окончания камеральных работ и призвана выявить все факторы, которые могут оказать воздействие на людей, выполняющих данные исследования и оценивающих их со стороны.

Выполнение эколого-геохимического изучения территории основано на трех видах выполняемых работ: полевом, лабораторном и камеральном. В процессе осуществления указанных работ сотрудники подвергаются воздействию опасных и вредных факторов. Кроме того, на них лежит ответственность за качественное выполнение работ и предоставление перед обществом достоверной информации о проведенном изучении.

Рабочее место сотрудника дифференцировано: на открытой площадке и в помещении. Работы по отбору снеговых проб выполнены 1 апреля 2015 года в Юргинском районе Кемеровской области, температура воздуха варьировалась от 0°C до +5°C. Помещение лаборатории состоит из двух кабинетов, размерами 2м*4м и 2м*3м. Помещение компьютерной аудитории ограничено размерами 4м*6м.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

В таблице 5.1.1 приведены основные возможные опасные и вредные производственные факторы, которые могут оказать воздействие на сотрудников, выполняющих эколого-геохимическое изучение территории.

Вредный производственный фактор (ВПФ) – такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях человека вызывает у него заболевание или снижение трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными [1].

Опасный производственный фактор (ОПФ) – такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях человека приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению его здоровья [74].

Отнесение того или иного фактора к категории вредного или опасного выполняется условно в зависимости от его источника и уровня воздействия на данном рабочем месте [75].

Таблица 5.1.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 [84])		Нормативные документы
	вредные	опасные	
Полевые работы: 1) маршрутные ходы; 2) отбор проб снега; 3) доставка проб в лабораторию.	1) повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	1) травмоопасность.	ГОСТ 12.1.007-76 [88] ГОСТ Р 53091-2008 [97] МР 2.2.7.2129-06 [99] ГОСТ 12.1.005-88 [87]
Лабораторные и камеральные работы: 1) пробоподготовка; 2) изучение минерального состава твердого осадка снега на дифрактометре; 3) определение минерального состава отдельных компонентов твердого осадка снега на растровом электронном микроскопе; 4) определение содержания ртути (Hg) на ртутном анализаторе; 5) подготовка твердого осадка снега к ICP-AES. 6) обработка результатов лабораторных работ; 7) оформление выпускной работы на компьютере марки Samsung.	1) повышенный уровень шума на рабочем месте; 2) отклонение параметров микроклимата; 3) недостаточная освещенность рабочей зоны; 4) раздражающие факторы (кислоты); 5) нервно-психические перегрузки.	1) электроопасность; 2) пожароопасность.	ГОСТ Р 12.1.009-2009 [95] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [96] ГОСТ 12.1.038-82 [91] ГОСТ 12.1.030-81 [89] ГОСТ 12.4.125-83 [93] СП 52.13330.2011 [112] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [107] СП 60.13330.2012 [112] СанПиН 2.2.4.548-96 [109] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [108] ГОСТ 12.1.003-83 [85] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [110] ГОСТ 12.1.033-81 [90] ГОСТ 12.1.004-91 [86] ПНД Ф 12.13.1-03 [100] ГОСТ 30494-2011 [94]

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Полевой этап

1) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

При выполнении полевых работ основное внимание уделяется погодным условиям, среди которых главенствующую роль занимает температура воздуха. Во избежание неблагоприятных погодных условий для полевых работ, следует руководствоваться прогнозом погоды перед выездом на местность с перспективой на 3-5 дней вперед.

Температура в начале апреля на территории Юргинского района Кемеровской области варьируется от 0°C до +4°C. Согласно [99], возможно длительное безопасное пребывание на открытом воздухе.

Выезд на отбор проб заранее планируется, сотрудники подготавливают средства индивидуальной защиты (шапка, куртка, брюки, перчатки, сапоги).

Если влияния опасного фактора не удалось избежать, то необходимо принять меры первой помощи пострадавшему и отвести в больницу. К мерам первой помощи относятся: согревание пострадавшего в автомашине, отпаивание горячим чаем.

Лабораторный и камеральный этапы

1) Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум оказывает негативное влияние на весь организм человека [76]. Выполнение лабораторных исследований сопровождается шумом рабочих приборов, вытяжной вентиляции. На камеральном этапе сотрудник подвергается шумовому воздействию компьютерного оборудования, а также воздействию от уличного шума.

Уровень звука для высококвалифицированной работы, требующей сосредоточенности, и аналитической работы в лаборатории ограничен 60 дБА.

Защита от шума обеспечивается использованием шумобезопасной техники, применением средств коллективной защиты (пластиковые окна) и индивидуальной защиты (беруши, наушники) [85].

2) Отклонение параметров микроклимата

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются [109]:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в разделе 5 СанПиН 2.2.4.548-96 [109].

Согласно вышеуказанным нормам в холодный период года температура воздуха на рабочих местах производственных помещений должна находиться в пределах 22-14°C для низкоэнергозатратных работ (Приложение 1 [109]), соответственно. Для теплого периода года температура, соответственно, должна находиться в рамках 23-25°C.

Оптимальная относительная влажность – 40-60%. Скорость движения воздуха не должна превышать 0,2-0,3 м/с.

Холодный период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10°C и ниже. Теплый период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10°C.

При выборе оптимального режима микроклимата следует учитывать наличие компьютерной техники и измерительных приборов [109].

3) Недостаточная освещенность рабочей зоны

В зависимости от источника света освещение может быть трех видов: естественное, искусственное и совмещенное.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение. Коэффициент естественного освещения (КЕО) при боковом освещении для аналитических лабораторий составляет 1,5 %, для аудиторий и учебных кабинетов в высших учебных заведениях – 1,2%. Для учебных и учебно-производственных помещений школ, школ-интернатов, учебных заведений начального и среднего профессионального образования нормируемые значения КЕО при совмещенном освещении должны составлять не менее 87% от нормированных значений КЕО при естественном освещении.

Общее искусственное освещение аналитических лабораторий должно быть не менее 500 Лк, аудиторий и учебных кабинетов – не менее 400 Лк. Коэффициент пульсации не более 10% [107].

Рекомендуется применение системы комбинированного освещения, т.к. выполняется напряженная зрительная работа. Преимущество отдается лампам дневного света, обеспечивающим общую освещенность, корректировка освещенности осуществляется локальным освещением.

Недостаточное освещение неблагоприятно сказывается на самочувствии человека: проявляется повышенная утомляемость, ухудшается настроение, что в конечном итоге понижает работоспособность.

Оценка и нормирование освещенности производится согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [107] и СНиП 23-05-95 [11].

4) Раздражающие факторы (кислоты)

При работе в лаборатории с реактивами наиболее вероятны следующие виды повреждений: отравления, ранения и ожоги. Согласно ГОСТ 12.0.003-74 [84], кислоты относятся по характеру действия на организм человека к раздражающим вредным и опасным факторам.

При работе в химической лаборатории необходимо соблюдать требования техники безопасности по ГОСТ 12.1.007-76 [88].

Работа с кислотами проводится только в вытяжных шкафах. Работающий должен надеть халат и перчатки. Во избежание ожогов, поражений от брызг и выбросов нельзя наклоняться над посудой, в которой происходит реакция [100].

Характер первой помощи при химическом отравлении зависит от источника этого отравления, от его характеристик. При ожоге, вызванном действием кислот, необходимо промыть ожог большим количеством воды, затем 5% раствором бикарбоната натрия или 2% раствором соды. Полный перечень мероприятий первой помощи приведен в Методических рекомендациях ПНД Ф 12.13.1-03 [100].

5) Нервно-психические перегрузки

Проведение лабораторных и камеральных работ сопровождается регистрацией результатов измерений и оформлением протоколов в электронном виде, т.е. сопровождается работой на компьютере. Долгая работа за компьютером влечет зрительную утомляемость, резь в глазах, слезоточивость глаз.

Для устранения такого вредного воздействия необходимо совмещать анализирование проб и регистрацию результатов. При работе за компьютером необходимо время от времени делать зрительную гимнастику. Расстояние от глаз до экрана компьютера должно быть не менее 60 см. Монитор должен быть расположен на уровне глаз. При организации работы следует руководствоваться СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [108].

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Полевой этап

1) Травмоопасность

Основным и наиболее часто случающимся инцидентом при выполнении полевых работ является травмирование человека. Травма может быть получена как на пути к месту проведения измерений (отбора проб), так и собственно в момент выполнения работ.

К числу возможных травм относятся: ушибы, порезы, вывихи, переломы.

Снизить вероятность получения травм можно путем проведения инструктажа перед выездом на местность, включающим общие правила движения на открытой заснеженной местности и основную характеристику изучаемой местности. Основные положения по предотвращению травмирования при отборе проб любого компонента природной среды приведены в ГОСТ Р 53091-2008 [97].

Лабораторный и камеральный этапы

1) Электроопасность

Выполнение лабораторных и камеральных работ сопровождается риском поражения электрическим током от измерительных приборов, компьютерной техники.

Согласно правилам устройства электроустановок [102], в отношении опасности поражения людей электрическим током различаются три категории помещений:

1) помещения без повышенной опасности (отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность)

2) помещения с повышенной опасностью (характерно наличие одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость или токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям зданий и к металлическим корпусам электрооборудования)

3) особо опасные помещения (характерно наличие одного из следующих условий, создающих особую опасность: особая сырость, химически активная или органическая среда, одновременно два или более условий повышенной опасности).

Аналитическая лаборатория и компьютерная аудитория относятся к помещениям с повышенной опасностью, т.к. возможно одновременное прикосновение человека к металлоконструкциям зданий и к металлическим корпусам электрооборудования.

Действие электрического тока зависит от многих факторов: рода тока (переменный или постоянный), частоты (при переменном токе), силы тока (или напряжения), длительности протекания тока, пути прохождения через тело, физического и психического состояния человека.

В сухих помещениях для жизни человека опасно напряжение свыше 42 В. Наиболее опасным для человека является переменный ток частотой 50-500 Гц. В этом случае способность самостоятельно освободиться от контакта с частями установки, находящимися под напряжением, у большинства людей сохраняется лишь при очень слабом токе (до 10 мА). В настоящее время за величину тока, приводящего к смертельному исходу, принимают 100 мА при продолжительности его протекания в организме человека более 2 с. [77].

Перед работой на аналитических приборах следует обязательно ознакомиться с инструкцией по безопасному его использованию. В процессе выполнения работ запрещено прикасаться влажными руками к электроустановкам, изменять порядок включения приборов в сеть, работать на неисправных приборах. Нормирование электробезопасности выполняется широким перечнем документов, среди которых: ГОСТ Р 12.1.019-2009 [96], ГОСТ 12.1.038-82 [91].

2) Пожароопасность

В период выполнения лабораторных и камеральных работ может возникнуть пожар. Причинами его возникновения могут быть: неисправность проводки и сбои в работе приборов и компьютерной технике, халатность сотрудника при выполнении работ.

При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур, вдыханию едких и удушливых газов, влиянию задымленности.

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [86] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [92].

В помещении на видном месте должен быть вывешен план эвакуации сотрудников в случае возникновения пожара. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию и воду во всех помещениях.

Если возникновения пожара не удалось избежать, следует провести эвакуацию сотрудника согласно плану эвакуации, вызвать пожарную службу (телефон 01). При небольшом пожаре следует попытаться потушить его самостоятельно, используя первичные средства пожаротушения.

При определении видов первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ. Работа в лаборатории и компьютерной аудитории выполняется на электроприборах, поэтому необходимы огнетушители класса «Е». Также рекомендуется дополнительный огнетушитель для компьютерной аудитории класса «А», т.к. в процессе работы образуется большое количество макулатуры [78].

5.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно [116], чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой

человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Во время проведения эколого-геохимических работ могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

- 1) пожар (в лаборатории или компьютерной аудитории);
- 2) землетрясение;
- 3) взрыв в лаборатории;
- 4) сбой в работе оборудования.

Вероятность возникновения ЧС во время лабораторных и камеральных работ низкая. Наиболее возможной ЧС является сбой в работе оборудования.

Для предупреждения данной ЧС необходимо приобретать компьютерную технику у надежных производителей с гарантией качества. Кроме того следует проводить чистку оборудования от пыли, проверку его технического состояния, подключать компьютерное оборудование к электросети через фильтр сетевого напряжения. Рабочее место должно быть оборудовано двумя компьютерами на случай поломки или временным сбоем в работе одного из них. Все рабочие материалы хранятся в двойной копии на отдельном носителе.

При возникновении сбоя в работе оборудования следует [79]:

- предотвратить возникновение паники;
- не загружать компьютерную технику дополнительными командами;
- при серьезном сбое обратиться к специалисту.

5.3 Законодательное регулирование проектных решений

Законодательное регулирование социальной ответственности в рамках эколого-геохимического изучения представлено федеральными законами, государственными стандартами, руководящими документами, санитарными правилами и нормативами, строительными нормами и правилами, различными отраслевыми стандартами. Трудовые взаимоотношения регулируются Трудовым кодексом РФ [115], однако трудовые отношения носят ограниченный характер, т.к. работы выполняются на добровольной основе в рамках научной исследовательской работы.

К проведению работ по отбору и анализу проб воздуха допускаются лица не моложе 18 лет, изучившие правила по технике безопасности, утвержденные в данной отрасли, после проверки усвоения материала и проведения дополнительного инструктажа, учитывающего специфику проводимых работ.

Помещение лаборатории должно иметь большие окна, обеспечивающие достаточное освещение днем. Для вечернего освещения, помимо потолочных ламп, над каждым рабочим местом должен находиться источник света. Рекомендуется применить лампы дневного света [103].

Продолжительность рабочего времени при выполнении лабораторных и камеральных работ составляет 40 часов в неделю, норма может быть увеличена либо уменьшена по желанию исполнителя работ.

В течение рабочего дня сотруднику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка [115] Томского политехнического университета.

При возникновении чрезвычайных ситуаций граждане РФ имеют право участвовать в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС. Граждане РФ обязаны соблюдать меры безопасности в повседневной производственной деятельности, не допускать нарушений производственной дисциплины и требований экологической безопасности. Необходимо владеть основными способами защиты от чрезвычайных ситуаций [116].

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Проведение эколого-геохимического изучения территории требует финансовых затрат. Для реализации запланированных исследований следует точно определить сумму необходимых затрат, т.к. от этого зависит не только качество выполнения работ, но и сама возможность реализации исследований.

В данном разделе рассмотрено финансовое обоснование атмогеохимического изучения территории в зоне воздействия компрессорной станции Юргинского ЛПУМГ.

Расчет финансовых затрат основан, в первую очередь, на определении нормы времени для выполнения каждого вида работ.

В таблице 6.1.1 приведены виды и объемы проектируемых работ, а также необходимое оборудование для их выполнения.

Таблица 6.1.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№	Виды работ	Объем работ		Условия производства работ [80]	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках	шт.	8	Пункты отбора проб расположены точно, категория проходимости – 1.	Рулетка, полиэтиленовые пакеты, пластмассовый ковш, блокнот, карандаш, завязки.
2	Проведение маршрутов	км.	4	Проведение маршрутов необходимо для отбора снеговых проб, категория проходимости – 1.	
3	Полевая камеральная обработка материалов	шт.	8	Работы проводятся в помещении; категория сложности – 1.	Тазы, пинцет, полиэтиленовая трубка, резиновая груша, бумажные фильтры «синяя лента», пластмассовые воронки, стеклянные банки, пластмассовые бутылки.
4	Дешифрирование космоснимков	дм ²	3	Работы проводятся в помещении; категория сложности – 1.	Спутниковые изображения проекта Google Планета Земля, компьютер
5	Камеральная обработка материалов	шт.	8	Работы проводятся в помещении; категория сложности – 1.	Компьютер
Лабораторно-аналитические исследования					
6	Анализ проб и контроль аналитических работ	шт.	8	Работы проводятся в аналитических лабораториях, категория сложности – 1.	Пластмассовые баночки, пластмассовые бутылки, сито, резиновые перчатки, аналитические приборы.

Расчет затрат времени на проведение исследований выполняется согласно с «Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и СН-93 (выпуск 2 «Геоэкологические работы») [80].

Расчет затрат времени выполняется по формуле (6.1.1):

$$t = Q * Hg * K \quad (6.2.1)$$

где Q – объем работ;

Hg – норма времени;

K – соответствующий коэффициент к норме времени.

На основе данных, представленных в таблице 6.1.1, определены затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах (таблица 6.1.2). Атомно-эмиссионный спектральный анализ с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) и общий химический анализ проб снеготалой воды выполняются по договоренности с Центром управления научно-исследовательским оборудованием «НИ ТПУ» и с УНПЦ «Вода» кафедры ГИГЭ «НИ ТПУ». Для студентов и сотрудников Томского политехнического университета проведение аналитических исследований бесплатное. Расчет затрат времени на выполнение данных работ не выполнялся.

Таблица 6.1.2 – Расчет затрат времени по видам работ

№	Виды работ	Объем работ (Q)		Норма длительности (Hg)	Коэф-т (K)	Нормативный документ [81-83]	Итого затрат времени*
		Ед. изм.	Кол-во				
1	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках	шт.	8	0,1409 смена	1	Hg: ССН, вып. 2, пункт 107	1,127 смены
2	Проведение маршрутов	км.	4	0,665 смена	1	Hg: ССН, вып. 2, табл. 48, стр. 13, ст. 5	2,66 смены
3	Полевая камеральная обработка материалов	шт.	8	0,0041	1	Hg: ССН, вып. 2, табл. 54, стр. 1, ст. 3	0,033 смены
4	Дешифрирование космоснимков	дм ²	3	1,01 смена	0,5	Hg: ССН, вып. 2, табл. 17, стр. 1, ст. 3 K: ССН, вып. 2, пункт 35	1,515 смены
5	Камеральная обработка материалов	шт.	39	0,0533 смена	1	Hg: ССН, вып. 2, табл. 61, стр. 3, ст. 5	2,079 смены
Итого полевых и камеральных работ							7,414 смены
6	Приготовление водной вытяжки	шт.	1	0,37 час	1,6**	Hg: ССН, вып. 7 таблица 1.3, норма 296	0,074 смены
7	Подготовка порошкового препарата, растирка без спирта	шт.	1	0,18 час	1,6	Hg: ССН, вып. 7 таблица 9.2, норма 1518	0,036 смены
8	Изучение твердого осадка снега методом электронной микроскопии	шт.	1	0,18 час	1,6	Hg: по аналогии с предыдущим	0,036 смены
9	Ртуть, беспламенный атомно-абсорбционный метод	шт.	1	0,26 час	1,6	Hg: ССН, вып. 7 таблица 1.3, норма 256	0,052 смены
Итого лабораторно-аналитических исследований							0,198 смены
ИТОГО							7.612

*Примечание: при переводе «бригадо-часа» в «человеко-смену» учитывается, что одна «человеко-смена» состоит из 8 рабочих часов.

****Примечание:** Коэффициент (К) для лабораторных работ берется равным К=1,6 (согласно ССН, вып. 7, пункт 12л).

В таблице 6.1.3 приведен расчет затрат труда на каждый вид работ по типовому составу исполнителей работ (состав полевой бригады и исполнителей камеральных работ определен согласно сборнику сметных норм на геологоразведочные работы (ССН), выпуск 2 «Геолого-экологические работы»).

Таблица 6.1.3 – Расчет затрат труда, чел. смен

№	Виды работ	t	Геоэколог, чел. смена	Рабочий, чел. смена
1	Эколого-геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова на отдельных площадках	1,127	0,564	0,563
2	Проведение маршрутов	2,66	1,33	1,33
3	Полевая камеральная обработка материалов	0,033	0,033	-
4	Дешифрирование космоснимков	1,515	1,515	-
5	Камеральная обработка материалов	2,079	2,079	-
6	Приготовление водной вытяжки	0,074	0,074	-
7	Подготовка порошкового препарата, растирка без спирта	0,036	0,018	0,018
8	Изучение твердого осадка снега методом электронной микроскопии	0,036	0,018	0,018
9	Ртуть, беспламенный атомно-абсорбционный метод	0,052	0,052	-
ИТОГО			5,683	1,929

Нормы расхода материала для проведения работ в рамках геоэкологического мониторинга (таблица 6.1.4) определены согласно ССН, выпуск 2 «Геолого-экологические работы» [80].

Таблица 6.1.4 – Нормы расхода материалов на проведение атмогеохимического изучения территории

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Блокнот для записей	шт.	20	1	20
Карандаш простой	шт.	5	2	10
Рулетка	шт.	70	1	70
Пластмассовый ковш	шт.	50	1	50
Полиэтиленовые пакеты (20л)	пачка (20 шт.)	40	5	200
Тазы	шт.	100	8	800
Стеклянные банки (3л)	шт.	60	4	240
Стеклянные банки (2л)	шт.	50	4	200
Пинцет	шт.	20	1	20
Полиэтиленовая трубка	шт.	15	1	15
Резиновая груша	шт.	35	1	35
Бумажные фильтры «синяя лента»	пачка (50 шт.)	150	1	150
Пластмассовые воронки	шт.	10	4	40
Пластмассовые бутылки	шт.	12	10	120
Пластмассовые баночки	шт.	12	8	96
Резиновые перчатки	шт.	7	2	14
ИТОГО				2080

Бригада будет доставляться до мест отбора проб и проведения измерений на автомобиле УАЗ-452. В таблице 6.1.5 приведен расчет затрат на ГСМ, необходимые для автомобиля.

Таблица 6.1.5 – Расчет затрат на ГСМ

№	Наименование средства передвижения	Расход топлива, л (на 100 км)	Общая протяженность выездов	Цена 1 л топлива (АИ-92), руб.	Общая стоимость, руб.
1	Автомобиль УАЗ-452	13,5	170	35	803,25
ИТОГО					803,25

Затраты, представленные в таблицах 6.1.4 и 6.1.5, в действительности сокращены за счёт наличия необходимого оборудования и инструментов в лабораториях кафедры геоэкологии и геохимии, но для упрощения расчетов, взято, что необходимые материалы закуплены первоначально.

Сметно-финансовый расчет на полевые работы представлен в таблице 6.1.6.

Таблица 6.1.6 – Сметно-финансовый расчет на выполнение полевых работ

Статьи основных расходов	Ед. изм.	Затраты труда, смены	Дневная ставка (ДС), руб.	Сумма основных расходов
Основная заработная плата				
Геоэколог	чел-см	5,683	299,8045	1703,79
Рабочий	чел-см	1,929	259,4459	500,47
И Т О Г О (ЗП)		7,612		2204,26
ДЗП (7,9%)				174,14
ФЗП				2378,40
ФЗП с р.к. (р.к. 1,3)				3091,92
СВ (30%)				927,58
ФОТ				4019,50
Материалы (5%)				118,92
Амортизация (2%)	смена	7,612		47,57
ИТОГО основных расходов				4185,99

Расчет осуществляется в соответствии с формулами (6.1.2-6.1.8):

$$ДС = \text{Окл} / \text{Чрд} \quad (6.1.2)$$

где ДС – дневная ставка (руб.), Окл – оклад по тарифу профессиональной квалификационной группы руководителей, специалистов и служащих за 2013 год (не вошедших в 1ПКГ, первый уровень) (руб.), Чрд – число рабочих дней в месяц (усреднено Чрд = 22 дня).

$$ЗП = \sum ДС * Зт \quad (6.1.3)$$

где ЗП – заработанная плата всех рабочих за выполнение работ (руб.), ДС – дневная ставка (руб.), Зт – затраты труда (день) (таблица 7.2.3).

$$ДЗП = ЗП * 7,9\% \quad (6.1.4)$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата, %.

$$\text{ФЗП} = ЗП + ДЗП \quad (6.1.5)$$

где ФЗП – фонд заработной платы, руб.

ФЗП с р.к. – фонд заработной платы с учетом районного коэффициента (для Томской области К = 1,3)

$$\text{СВ} = \text{ФЗП с р.к.} * 30\% \quad (6.1.6)$$

где СВ – страховые взносы, руб.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ} \quad (6.1.7)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда, руб.

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + \text{М} + \text{А} \quad (6.1.8)$$

где СПР – стоимость основных расходов, руб.

Следовательно, затраты на фактическое выполнение полевых работ составляют **4185,99** руб.

Общий расчет сметной стоимости всех работ приведен в таблице 6.1.7

Таблица 6.1.7 – Сметная стоимость работ по проведению геоэкологического мониторинга

№	Наименование работ и затрат	Объём работ		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм	Кол-во, %	
1	Основные расходы на геоэкологические работы			
	Проектно-сметные работы	% от ПР	100	4 185,99
	Полевые работы (ПР)	4 185,99		
	Затраты на расходные материалы	2 080		
	Организация полевых работ	% от ПР	1,5	62,79
	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,8	33,49
	Камеральные работы	% от ПР	100	4 185,99
	Транспортировка грузов и персонала	% от ПР	20	837,20
	Итого основных расходов (ОР)	15 571,45		
2	Накладные расходы	% от ОР	15	2 335,72
	Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)			17 907,17
3	Плановые накопления	% от ОР+НР	20	3 581,43
4	Резерв	% от ОР	3	467,14
	Итого сметная стоимость (СТ)			21 955,74
	НДС	% от СТ	18	3 952,03
ИТОГО с учётом НДС				25 907,77

Общая стоимость проведения атмогеохимического изучения территории в зоне воздействия компрессорной станции Юргинского ЛПУМГ и обработки полученных результатов с предоставлением итогового варианта отчета составляет, по результатам выполненных расчетов, **25 907,77** руб. Фактически, сумма затрат на порядок меньше, т.к. сметная стоимость была упрощена.

Заключение

В работе приведены исследования, выполненные на протяжении двух лет обучения в магистратуре по профилю «Экологические проблемы окружающей среды» специальности «Экология и природопользование».

Было выбрано два объекта исследования: компрессорная станция Юргинского ЛПУМГ и ООО «Юргинский машзавод», т.к. для территории Юргинского района характерно дифференцированное загрязнение окружающей среды (ОС). В административном центре района основной вклад в загрязнение ОС вносят предприятия металлургического цикла. На территории остальной части Юргинского района – объекты, связанные с транспортом природного газа.

Основными источниками эксплуатационного влияния на ОС в системе транспорта природного газа являются компрессорные станции, поэтому при эколого-геохимической оценке состояния территории, в пределах которой происходит транспортировка природного газа, была выбрана компрессорная станция. Предметом изучения был выбран снеговой покров, позволяющий отследить динамичное загрязнение ОС. Исследование снеговых проб выявило присутствие трансграничного переноса загрязняющих веществ. В целом, эколого-геохимическое состояние территории в зоне потенциального воздействия объекта газотранспортной системы оценивается как удовлетворительное. Отмечается кислая реакция снеготалой воды (рН составляет 5 единиц), обусловленная, вероятно, поступлением оксидов азота и серы в атмосферу в результате сжигания природного газа.

На территории города Юрга находятся несколько объектов металлургического комплекса, среди которых особо следует выделить машиностроительный завод как долговременный источник загрязнения. Соответственно, для проведения эколого-геохимической оценки состояния территории города, необходим компонент природной среды, несущий долговременную информацию о техногенном воздействии. Изучение почвенного покрова выполнялось совместно с Торосян Е.С. (сотрудником Юргинского технологического института). Отбор проб и пробоподготовка осуществлены Е.С. Торосян.

Изучение проб почвы выявило несколько участков повышенного содержания ртути относительно среднего значения по городу. Установлена корреляционная связь между магнитной восприимчивостью и содержанием ртути. В целом, содержания ртути и значения магнитной восприимчивости почв г. Юрга согласовываются с данными по изучению почвенного покрова других городов Сибири и Европейской России, однако выявлены участки с относительно повышенными значениями содержаний ртути и магнитной восприимчивости.

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области за 2011 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области. 2012. URL: <http://gosdoklad.kuzbasseco.ru/2011/chast-iv-ekologicheskaya-obstanovka-v-promyshlennykh-centraxoblasti/rajony/razdel-32-yurginskij-rajon/> (дата обращения 20.11.2015).
2. Водоемы Кемеровской области [Электронный ресурс] // Край, в котором мы живем: информационный сайт учителей МОУ «Школа №44» города Прокопьевск. 2015. URL: <http://krai.myschool44.edu.ru/vodoyomy> (дата обращения 20.11.2015).
3. История Юргинского района [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации Юргинского муниципального района. 2015. URL: <http://yurgregion.ru/index.php?id=10> (дата обращения 20.11.2015).
4. Зырянова Т.О. Геоэкологическая характеристика и проект мониторинга территории Юргинского ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Томск»: выпускная квалификационная работа. – 2010. – 90 с.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области за 2014 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Государственного казенного учреждения Кемеровской области «Областной комитет природных ресурсов». 2015. URL: <http://ecokem.ru/rastitelnyj-i-zhivotnyj-mir/> (дата обращения 20.11.2015).
6. Почвы Кемеровской области [Электронный ресурс] // Край, в котором мы живем: информационный сайт учителей МОУ «Школа №44» города Прокопьевск. 2015. URL: <http://krai.myschool44.edu.ru/pochvy> (дата обращения 20.11.2015).
7. Заводы Юрги, промышленные предприятия [Электронный ресурс] // WikiProm: современная энциклопедия промышленности России. 2015. URL: <http://www.wiki-prom.ru/city/39city.html> (дата обращения 20.11.2015).
8. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области за 2012 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области. 2013. URL: http://gosdoklad.kuzbasseco.ru/2012/?page_id=246 (дата обращения 18.04.2016).
9. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области за 2015 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Государственного казенного учреждения Кемеровской области «Областной комитет природных ресурсов». 2016. URL: http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2016/03/DOKLAD_2015.pdf (дата обращения 19.04.2016).

10. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Кемеровской области за 2013 год [Электронный ресурс] // Официальный сайт Департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области. 2014. URL: <http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2014/11/doklad2013.pdf> (дата обращения 18.04.2016).
11. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. 2 изд. перераб. и доп. – М: Высшая школа, 2010. – 367 с.
12. The Transportation of Natural Gas [Электронный ресурс] // NaturalGas.org: образовательный сайт. 2013. URL: <http://naturalgas.org/naturalgas/transport/> (дата обращения: 15.04.2016).
13. ООО «Газпром трансгаз Томск». Магистральные газопроводы: сборник конспектов лекций для технической учебы рабочих ООО «Газпром трансгаз Томск». – Томск: ООО «Газпром трансгаз Томск», 2014. – 76 с.
14. Котляр И.Я. Эксплуатация магистральных газопроводов: пособие для работников, обслуживающих газопроводы / И.Я. Котляр, В.М. Пиляк. – Л: Недра, 1971. – 248 с.
15. Толмачев М.И. Добыча и транспортировка газа [Электронный ресурс] // Allbest: электронный база знаний. 2015. URL: http://revolution.allbest.ru/ecology/00389245-_0.html (дата обращения: 23.07.2015).
16. Типовые схемы компрессорных станций [Электронный ресурс] // Официальный сайт представительства компании FIAC («Итальянская фабрика воздушных компрессоров») в России. 2015. URL: <http://www.fiak.ru/articles.phtml?art=44> (дата обращения: 23.07.2015).
17. Локштанова А.С. Воздействие на атмосферный воздух газодобывающей и газотранспортирующей промышленности / А.С. Локштанова, Р.Л. Пялина // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Томск, 2013. – Т. 2. С. 183-186.
18. Острогжская компрессорная станция [Электронный ресурс] // Рефератбанк: банк рефератов, курсовых и дипломных работ. 2014. URL: <http://www.referatbank.ru/referat/-preview/13337/referat-ostrogozhskaya-kompressornayastanciya.html> (дата обращения: 23.07.2015).
19. ООО «Газпром нефть шельф». Реферат по технико-экономическому обоснованию (ТЭО-проекту) МЛСП «Приразломная» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Гринпис России. 2014. URL: <http://www.greenpeace.org/russia/Global/>

rusia/report/Arcticoil/Prirazlomnaya_environ_impact_assessment.pdf (дата обращения: 06.12.2014).

20. Арзамасова Г.С. Обращение с отходами газового конденсата, образующегося в процессе очистки природного газа от механических примесей / Г.С. Арзамасова, В.В. Карманов, И.В. Новикова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – №7. – С. 29-33.

21. ООО «Газпром трансгаз Томск». Газораспределительные станции: сборник конспектов лекций для технической учебы рабочих ООО «Газпром трансгаз Томск». – Томск: ООО «Газпром трансгаз Томск», 2014. – 158 с.

22. Gas odorization systems [Электронный ресурс] // Официальный сайт группы компаний «INTRA EM». 2013. URL: <http://intraem.ru/en/products/Gas-odorizations-systems/> (дата обращения: 11.05.2016).

23. Кичигин А.Н. Северо-Европейский газопровод: влияние на окружающую среду / А.Н. Кичигин, М.М. Поляков // Экономические и социальные перемены в регионе: факты, тенденции, прогноз. – 2005. – № 29. – С. 45-51.

24. Воздействие газовой промышленности на окружающую среду [Электронный ресурс] // Veni Vidi Vici: информационно-образовательный портал. 2014. URL: <http://www.vevivi.ru/best/Vozdeistvie-gazovoi-promyshlennosti-na-okruzhayushchuyu-sredu-ref118229.html> (дата обращения: 30.09.2014).

25. Лобакин М.А. Анализ рисков эксплуатации газопроводов-отводов на территории Волгоградской области // Газовая промышленность. – 2014. – № 4. – С. 74-76.

26. Гостинин И.А. Анализ аварийных ситуаций на линейной части магистральных газопроводов / И.А. Гостинин, А.Н. Вирясов, М.А. Семенова // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2. С. 3-18.

27. О заводе [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «Юргинский машзавод». 2016. URL: <http://www.yumz.ru/about/> (дата обращения 14.04.2016).

28. Машиностроение в России и его вредные производства, влияющие на экологию [Электронный ресурс] // Greenologia.ru: экологическое интернет-издание. 2015. URL: <http://greenologia.ru/eko-problemy/mashinostroenie/mashinostroenie-v-rossii.html> (дата обращения 13.04.2016).

29. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды: учебник. – М: Недра, 1990. – 335 с.

30. Environmental management of foundries [Электронный ресурс] // Официальный сайт Управления по охране окружающей среды Южной Австралии (The Environment Protection Authority (EPA)). 2012. URL: <http://www.epa.sa.gov.au/search/-documents?q=foundries&published=> (дата обращения: 16.04.2016).

31. Welding and cutting – risks and measures [Электронный ресурс] // Electro-Cal: официальный сайт компании. 2016. URL: http://www.electro-cal.com/pdf/Welding_Risks_ESAB.pdf (дата обращения: 17.04.2016).
32. Lucas Campaner Alves. Environmental valuation of the galvanic solid waste generated in a chroming process [Электронный ресурс] / Lucas Campaner Alves, Luís Fernando Amato-Lourenço, Simone Georges El Khouri Miraglia, Emília Satoshi Miyamaru Seo // Официальный сайт Международного общества экологической экономики (The International Society for Ecological Economics). 2012. URL: <http://www.isecoeco.org-/conferences/isee2012-versao3/pdf/p381.pdf> (дата обращения: 16.04.2016)
33. Основы экологии и природопользования: учебное пособие / В.Л. Дикань, А.Г. Дейнека, Л.А. Позднякова, И.Д. Михайлов, А.А. Каграманян. – Харьков: ООО «Олант», 2002. – 384 с.
34. Виноградов С.С. Экология гальванических производств: лекция на 5 сессии Международной школы повышения квалификации 11-16 октября 1999 года в НИФХИ им. Л.Я. Карпова [Электронный ресурс] // Официальный сайт Российское общество гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности. 1999. URL: http://www.galvanicrus.ru/lit/articles/galvanic_industries_ecology.php (дата обращения: 14.04.2016).
35. Филатова Е.Г. Электрокоагуляционная очистка сточных вод гальванического производства от ионов никеля / Е.Г. Филатова, А.А. Соболева, В.И. Дударев, О.И. Помазкина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 1-8.
36. Таловская А.В. Методы и организация мониторинга: лекционный материал по дисциплине «Экологический мониторинг». – 2013.
37. Язиков Е.Г. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие / Е.Г. Язиков, А.Ю. Шатилов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 336 с.
38. Карта Юргинского района Кемеровской области [Электронный ресурс] // Google Планета Земля. 2016. URL: <http://www.google.com/earth/> (дата обращения: 24.04.2016).
39. Бабанин В.Ф. Магнетизм почв: учебное пособие / В.Ф. Бабанин, В.И. Трухин, Л.О. Карпачевский, А.В. Иванов, В.В. Морозов. – Ярославль: ЯГТУ, 1995. – 223 с.
40. Лобанова Е.С. Магнитная восприимчивость и эколого-геохимическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий восточной окраины Русской равнины: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.02.13. – Уфа, 2013. – 24 с.

41. Таловская А.В. Вещественный состав пробы твердого осадка снега: методические указания к выполнению лабораторной работы №1 по курсу «Минералогия техногенных образований» для студентов, обучающихся по специальности 020804 «Геоэкология» / А.В. Таловская, Е.Г. Язиков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 24 с.
42. Методы исследования радиоактивных руд и ядерно-физические методы исследования в геологических и технологических процессах: Методические указания к лабораторным работам для магистрантов специальности 130100 по программе «Урановая геология» / Сост. А.В. Волостнов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 48 с.
43. Язикова Е.Г. Лекционный материал по дисциплине «Ядерно-физические и электронно-микроскопические методы исследования». – 2015.
44. Язиков Е.Г. Методы электронной микроскопии: лекционный материал по дисциплине «Методы исследования природных сред». – 2013.
45. ЦКП «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии: методические указания к лабораторным работам по диагностике материалов. – С-Пб: Изд-во ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2013. – 24 с.
46. Лабораторная база [Электронный ресурс] // Сайт кафедры геоэкологии и геохимии ФГАОУ ВО НИ ТПУ. 2016. URL: <http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/-gegx/departments> (дата обращения 03.06.16).
47. Волостнов А.В. Спектральные методы анализа: лекционный материал по дисциплине «Методы исследования природных сред». – 2013.
48. Эмиссионные спектральные методы [Электронный ресурс] // Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). 2015. URL: <http://www.vsegei.ru/ru/structure/labanalytics/lab/lab-operations/emisspektr.php> (дата обращения 11.12.15).
49. pH-метрия [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО НПП «СЕМИКО». 2015. URL: <http://multitest.semico.ru/ph.htm> (дата обращения 18.12.2015).
50. Контроль химического состава и физических свойств [Электронный ресурс] // Netess: электронная библиотека. 2015. URL: <http://netess.ru/3knigi/1183797-1-lekciya-kontrol-himicheskogo-sostava-fizicheskikh-svoystv-pribori-dlya-izmereniya-kontrolya-himicheskogo-sostava-fizicheskikh.php> (дата обращения 18.12.2015).
51. Торосян В.Ф. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Практическое руководство: учебно-методическое пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 195 с.

52. Абрамова П.В. Фотоколориметрическое определение концентрации ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в воде [Электронный ресурс] // Персональные сайты преподавателей Томского политехнического университета. 2015. URL: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/b/-BOZHKOPIV/educational/Tab1> (дата обращения 19.12.2015).

53. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования. Методические указания. МУК 4.1.1262-03 [Электронный ресурс] // BestPravo: информационно-правовой портал. 2003. URL: <http://www.bestpravo.ru-/rossijskoje/so-pravila/z5p.htm> (дата обращения 22.04.2016).

54. Гладилов Д.Б. Флуориметрический метод контроля содержания нефтепродуктов в водах // Партнеры и конкуренты. – 2001. – № 12. – С. 17-21.

55. Измеритель магнитной восприимчивости полевой ПИМВ-М: руководство по эксплуатации [Электронный ресурс] // ГЕОДЕВАЙС: сайт дилера оборудования и программного обеспечения для геофизических и буровых работ. 2015. URL: <http://geodevice.ru/main/magnetometers/pimvm> (дата обращения 23.04.2016).

56. Короновский Н.В. Основы геологии: учеб. для географ. спец. вузов / Н.В. Короновский, А.Ф. Якушова. – М: Высшая школа, 1991. – 416 с.

57. Языков Е.Г. Эколого-геохимическая оценка территории района города по данным снеговой съемки: методические указания по выполнению лабораторной работы №1 по дисциплине «Геохимия, геохимический мониторинг окружающей среды» для студентов очного и заочного обучения специальности 020804 «Геоэкология» / Е.Г. Языков, Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 32 с.

58. Рихванов Л.П. Ноосфера: лекционный материал по дисциплине «Геоэкология». – 2015.

59. Большунова Т.С. Распределение некоторых химических элементов в снеготалой воде из районов нефтедобывающего комплекса Томской области // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. № 1. – С.147-151.

60. Рихванов Л.П. Особенности распределения химических элементов в талой воде ледника Большой Актру (Горный Алтай) / Л.П. Рихванов, Ю.В. Робертус, А.В. Таловская, Р.В. Любимов, А.Ю. Шатилов // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. № 1. – С. 97–103.

61. Московченко Д.В. Особенности формирования химического состава снеговых на территории Ханты-Мансийского автономного округа / Д.В. Московченко, А.Г. Бабушкин // Криосфера Земли. – 2012. – Т. 16. №1. – С. 71-81.

62. Савичев О.Г. Условия формирования ионного стока в бассейне Средней Оби // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. № 2. – С.54-58.
63. Ершов Г.Л. Оценка степени загрязнения снега вблизи автодорог с интенсивным движением автотранспорта [Электронный ресурс] / Г.Л. Ершов, Р.Г. Парасич // Вестник Омского государственного педагогического университета: электронный научный журнал. 2006. URL: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-41.pdf> (дата обращения 18.05.2016 г).
64. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы (экологические проблемы химии биосферы и здоровья населения). – Новосибирск: Наука, 1993. – 168 с.
65. Языков Е.Г., Миков О.А. Способ определения техногенной загрязненности почвенного покрова тяжелыми металлами группы железа (Fe, Co, Ni): патент РФ № 2133487 от 20.07.1999 г. по заявке № 98100689 с приоритетом от 08.01.98г. – 3 с.
66. Обыденкова Л.А.. Магнитная восприимчивость почв Среднего Предуралья как показатель агроэкологической оценки их свойств: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.00.27. – Ижевск, 2003. – 24 с
67. Васильев А.А. Картограмма магнитной восприимчивости почвенного покрова г. Перми / А.А. Васильев, Е.С. Лобанова // Ботаника и почвоведение. Пермский аграрный вестник. – 2013. – №3. – С. 24-27.
68. Решетников М.В. Результаты геоэкологических исследований почвенного покрова поселка Октябрьский (Дергачевский район Саратовской области) / М.В. Решетников, А.К. Утиулиев, И.С. Пальцев // Известия Саратовского университета. Науки о Земле. – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 89-94.
69. Решетников М.В. Применение метода измерения магнитной восприимчивости для выделения ареалов техногенного загрязнения почв города Ульяновска / М.В. Решетников, Л.Б. Гребенюк // Известия Саратовского университета. Химия. Биология. Экология. – 2012. – Т. 12, № 2. – С. 103-111.
70. Ляпина Е.Е. Распределение ртути в почво-грунтах г. Томска // Фундаментальные проблемы новых технологий в 3-м тысячелетии: материалы 3-й Всероссийской конференции молодых ученых. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН. – 2006. – С. 500-503.
71. Удоденко Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах заповедных территорий (на примере Воронежского и Окского заповедников): диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук: 03.02.08. – Воронеж, 2014. – 158 с.

72. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема [Электронный ресурс] // Биосфера: междисциплинарный научный и прикладной журнал. 2010. URL: <http://www.biosphere21century.ru/articles/183> (дата обращения 25.05.16).
73. Арбузов С.И. Геохимия редких элементов в углях Сибири / С.И. Арбузов, В.В. Ершов. – Томск: Изд. дом «Д-Принт», 2007. – 468 с.
74. Кривошеин Д.А. Экология и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева. – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.
75. Крепша Н.В. Безопасность жизнедеятельности: методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной классификационной работы бакалавров и магистров Института природных ресурсов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 32 с.
76. Амелькович Ю.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие / Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 236 с.
77. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: учебник для нач. проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин. – М: Издательский центр «Академия», 2012. – 224 с.
78. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения [Электронный ресурс] // Все о пожарной безопасности: портал пожарно-технической тематики. 2015. URL: <http://www.0-1.ru/law/showdoc.asp?dp=ppb01-03&chp=p3> (дата обращения 16.05.2016).
79. Ошибки работы компьютера [Электронный ресурс] // Компьютерная.ру: сайт компании по ремонту компьютеров. 2015. URL: http://komputernaya.ru/pc_errors/ (дата обращения 16.05.2016).
80. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Выпуск 2. Геолого-экологические работы / Г.С. Ведерников, Н.Я. Дугина, Н.В. Инюшкина и др. – М.: ВИЭМС, 1993. – 43 с.
81. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Выпуск 1. Работы геологического содержания. Часть 4. Гидрогеологические и связанные с ними работы / Г.С. Ведерников, Р.П. Моторина, Е.Г. Григорович и др. – М.: ВИЭМС, 1992. – 43 с.
82. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Выпуск 7. Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород / А.Р. Судаков, В.В. Морозова, Н.И. Архангельская и др. – М.: ВИЭМС, 1993. – 70 с.

Перечень нормативных документов, задействованных при оформлении магистерской диссертации

83. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
84. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
85. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
86. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
87. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
88. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
89. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление
90. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения
91. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
92. ОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание
93. ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация
94. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
95. ГОСТ Р 12.1.009-2009 ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения
96. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
97. ГОСТ Р 53091-2008. Качество почвы. Отбор проб. Часть 3. Руководство по безопасности
98. ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности.
99. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях
100. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения)
101. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного

значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

102. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 7. Электротермические установки.

103. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы

104. РД 52.24.391-95 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации натрия и калия в поверхностных водах суши пламенно-фотометрическим методом.

105. РД 52.24.358-2006 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации железа общего в водах фотометрическим методом с 1,10-фенантролином.

106. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

107. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

108. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»

109. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы»

110. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы

111. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

112. СП 36.13330.2014 Магистральные трубопроводы

113. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

114. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

115. Трудовой кодекс РФ (ТК РФ 2015)

116. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Список литературы для раздела 2.3 «Обзор англоязычной литературы» (приложение А)

117. Goodland R. Oil and Gas Pipelines. Social and Environmental Impact Assessment: State of the Art. – Fargo. 2005. – 190 p.

118. Litto R., Hayes R.E., Liu B.. Capturing fugitive methane emissions from natural gas compressor buildings // Journal of Environmental Management. 2007. № 84. 347–361.

119. Ramírez-Camacho J. G., Carbone F., Pastor E., Bubbico R., Casal J. Assessing the consequences of pipeline accidents to support land-use planning // *Safety Science*. 2016. № 10.
120. Ríos-Mercado R. Z., Borraz-Sánchez C. Optimization problems in natural gas transportation systems: A state-of-the-art review // *Applied Energy*. 2015. № 147. 536–555.
121. Shahsavari Alavijeh H., Kiyoumarsioskouei A., Asheri M.H., Naemi S., Shahsavari Alavije H., Basirat Tabrizi H. Greenhouse gas emission measurement and economic analysis of Iran natural gas fired power plants // *Energy Policy*. 2013. № 60. 200–207.
122. Nazari S., Shahhoseini O., Sohrabi-Kashani A., Davari S., Paydar R., Delavar-Moghadam Z. Experimental determination and analysis of CO₂, SO₂ and NO_x emission factors in Iran's thermal power plants // *Energy*. 2010. № 35. 2992–2998.
123. Nazari S., Shahhoseini O., Sohrabi-Kashani A., Davari S., Sahabi H., Rezaeian A. SO₂ pollution of heavy oil-fired steam power plants in Iran // *Energy Policy*. 2012. № 43. 456–465.
124. Ahmadi P., Dincer I., Rosen M.A. Exergy, exergoeconomic and environmental analyses and evolutionary algorithm based multi-objective optimization of combined cycle power plants // *Energy*. 2011. № 36. 5886–5898.
125. Ganjehkaviri A., Mohd Jaafar M.N., Ahmadi P., Barzegaravval H. Modelling and optimization of combined cycle power plant based on exergoeconomic and environmental analyses // *Appl Therm Eng*. 2014. № 67. 566–578.
126. Restrepo Á., Miyake R., Kleveston F., Bazzo E. Exergetic and environmental analysis of a pulverized coal power plant // *Energy*. 2012. № 45. 195–202.
127. Seyyedi S.M., Ajam H., Farahat S. A new approach for optimization of thermal power plant based on the exergoeconomic analysis and structural optimization method: Application to the CGAM problem // *Energy Convers Manage*. 2010. № 51. 2202–2211.
128. Petrakopoulou F., Tsatsaronis G., Morosuk T.. Conventional exergetic and exergoeconomic analyses of a power plant with chemical looping combustion for CO₂ capture [Электронный ресурс] / Официальный сайт Международного журнала "Термодинамика" (International Journal of Thermodynamics). 2010. URL: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/eoguijt/article/view/1034000204>, свободный (дата обращения: 16.04.2016)
129. Silveira J.L., J.A. de Carvalho Jr., I.A. de Castro Villela. Combined cycle versus one thousand diesel power plants: pollutant emissions, ecological efficiency and economic analysis // *Renew Sustain Energy Rev*. 2007. № 11. 524–535.
130. Amin Mohammadi Khoshkar Vandani, Fatemeh Joda, Ramin Bozorgmehry Boozarjomehry. Exergic, economic and environmental impacts of natural gas and diesel in

operation of combined cycle power plants // *Energy Conversion and Management*. 2016. № 109 (1). 103-112.

131. Welding and cutting – risks and measures [Электронный ресурс] / Electro-Cal: официальный сайт компании. URL: http://www.electro-cal.com/pdf/Welding_Risks_ESAB.pdf, свободный (дата обращения: 17.04.2016).

132. Alves L. C., Amato-Lourenço L. F., Miraglia G. S. E. K., Seo E. S. M.. Environmental valuation of the galvanic solid waste generated in a chroming process [Электронный ресурс] / Официальный сайт Международного общества экологической экономики (The International Society for Ecological Economics). 2012. URL: <http://www.isecoeco.org/conferences/isee2012-versao3/pdf/p381.pdf>, свободный (дата обращения: 16.04.2016)

133. Šehić-Mušić N., Goletić Š., Pihura D., Mušić L., Hasanović K. Effects of foundry industry on the environment // *Metalurgija*. 2013. № 52(4). 533-536.

134. Akpan E.R., Ekpe U.J., Ibok U.J.. Heavy metal trends in the Calabar River, Nigeria // *Environmental Geology*. 2002. № 42. 47-51.

135. Zheng Sun, Jiajun Chen, Xingwei Wang, Ce Lv. Heavy metal accumulation in native plants at a metallurgy waste site in rural areas of Northern China // *Ecological Engineering*. 2016. № 86. 60-68.

136. Kłosok-Bazan I., Gajdzik B., Machnik-Słomka J., Ocieczek W.. Environmental aspects of innovation and new technology implementation in metallurgy industry // *Metalurgija*. 2015. № 54 (2). с. 433-436.

Приложение А

(обязательное)

Раздел 2.3

Обзор англоязычной литературы

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Капустина Анастасия Анатольевна		

Консультант кафедры ГЭГХ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор Антонина Михайловна	Кандидат геолого- минералогических наук, доцент		

Консультант-лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	Доктор филологических наук, доцент		

2.3 Обзор англоязычной литературы

2.3.1 The environmental aspects of gas complex

More electricity is generated from coal than from oil and gas combined. The impacts of coal are so severe that any trend away from coal and towards gas will be massively beneficial to society and the environment. Emil Salim's independent Extractive Industries Review recommended accelerating the inevitable transition towards renewable energy, while using natural gas as a bridge to that very difficult transition. Coal burning is the worst culprit in emitting greenhouse gases. Burning coal emits 24 kg of carbon per Goules, whereas oil emits 19 kg, and natural gas only 14 kg [117].

However, while natural gas is significantly cleaner than other fossil fuel (combustion GHG emission from natural gas per unit energy produced is 25% and 40% less than oil and coal, respectively), non-combustion GHG emission (fugitive emissions) occurs during the process of extraction, production, processing, transmission, storage and distribution.

Natural gas compressor stations. Natural gas is commonly transported to market through a pipeline network. When the gas flows through the pipelines, it loses pressure owing to friction, and the gas is periodically recompressed in compressor stations, located at distances of 100–150 km apart. These compressor stations typically contain between one and 15 compressors.

The common types of compressors used are large slowspeed reciprocating compressors driven by natural gas internal combustion (IC) engines, or centrifugal compressors powered by natural gas-fuelled turbines. There are three main sources of methane emissions in compressor stations. The first is emissions of methane resulting from incomplete combustion in the engine. The second results from instrument venting, whilst the third source is leaks in valves, flanges and other equipment inside the building.

As noted, either turbines or natural gas IC engines are used to drive the compressors. While the emissions from gas turbines are fairly low, the IC engine emissions are significantly higher. These engines are operated in either lean burn (excess oxygen) or with a stoichiometric air/fuel ratio. The lean burn system produces less NO_x (by up to a factor of 10) and has better fuel economy than stoichiometric engines. Unfortunately, owing to a lower combustion temperature, the amount of methane in the exhaust gas of a lean burn engine is up to four times higher than for the stoichiometric version. From an economic perspective, the lean burn system is superior, and most units run in this mode. From an environmental perspective, the lean burn engine offers the advantage of low NO_x ; however, normal lean burn operation may not yield sufficiently low NO_x values to meet some regulations, and thus some operators use stoichiometric operation in certain locations (e.g., California). Although the base NO_x emissions

are high from a stoichiometric engine, the end of tailpipe emissions can be reduced to acceptable limits, and below that of lean burn operation, through the use of a three-way catalytic converter (TWC), like those used on automobiles for the past two decades.

If the NO_x is within acceptable limits with lean burn operation, catalytic converters are not usually used, and the emissions of methane are relatively high. A typical engine running of 115-liters displacement natural gas lean burn at 1200 rpm produces about 61 tonnes per year of methane (1400 tonnes of CO_2 equivalent), which increases as the engines age.

The second emission source is instrument vents, which result from the use of natural gas as the supply medium for the pneumatic instruments used to control, for example, temperature and pressure. Pneumatic devices are often powered by natural gas because the high-pressure gas is readily available. These devices, however, bleed natural gas into the atmosphere during normal operation. This gas may be collected as a concentrated stream and vented outside the building.

The third source of methane emissions in compressor stations is leaking equipment. This source tends to be more prominent in older sites that are used to compress sweet gas. Because of the danger from sour gas (gas containing H_2S) leaks, stations that compress sour gas are much more tightly monitored and controlled than those pumping sweet gas. Methane losses through the compressor seal can range up to the tens of tonnes per year, and a single leaking valve can yield up to 1000 tonnes a year. Although the methane from leaks is of high concentration at the leak source, it quickly becomes diluted as it moves into the building and mixes with air, although in some cases the seal leaks may be collected and vented externally. The focus of this investigation was to understand the flow patterns and distribution of these leaks.

To illustrate the magnitude of the emissions problem, numbers from a typical site are given. These data were provided by Clearstone Engineering, Calgary, Alta. The site in question was a compressor station containing five compressors (four at 1650 hp and one at 1450 hp), a glycol dehydrator and two electric power generators. Natural gas was used to operate the instruments. Overall, 68% of the GHG emissions result from the fuel combustion in the engines, and the rest was mostly methane. Methane emissions from the building were about 930 tonnes a year, and a further 400 (estimated) tonnes per year resulting from incomplete combustion in the engines. The breakdown of the 930 tonnes was 49% from instrument venting, 36% from the produced water tank vent, 7% from fugitives, 7% from the glycol dehydrator and 1% from non-leaking sources. The economic value of this methane at \$5 a GJ is about \$500,000 a year [118].

One of the most used modes in the case of fluids is the transport through pipelines, which is usually considered one of the safest among the different modes (road, rail, sea shipping, river shipping or pipeline).

Nevertheless, most of the transported fluids are flammable or toxic. Thus, an accidental loss of containment from a pipeline involves a certain risk, which could imply potential consequences on people, equipment and environment. These consequences will depend on the amount and properties of the released material, and on the features of the affected zone (rural or urban). Taking into account the large length of pipelines in many countries, with the consequent interaction with the land, and the huge amount of materials transported every day, the occurrence of an accident cannot be neglected. In fact, accidents or incidents following the release from a pipeline have actually occurred with a certain frequency, and some of them with severe consequences.

An example of a very severe one is that occurred in Ghislenghien, Belgium in 2004 (ARIA, 2009). An excavation machine damaged a pipeline transporting natural gas; a few weeks later, an increase in the pressure caused the explosion of the pipe. A large jet fire appeared immediately and large pipe fragments were ejected. 23 persons were killed and 132 were injured. Another case, with severe consequences on environment, was the one occurred in Marsall (Michigan) in 2010, when a pipeline transporting a heavy crude oil broke and a spill of 4200 m³ polluted the Kalamazoo River.

It is thus believed that an accurate historical analysis of a sample of accidents as large as possible can give interesting and useful information on their modalities and consequences, allowing identification of appropriate preventive measures.

In some places, the existence of a large net of pipelines has therefore a clear influence on land-use planning, especially in the zones with intense industrial activities, which usually are also the most inhabited ones. Concerning this scenario, two possible situations can be found: (a) the existence of a pipeline in a zone initially not inhabited, which becomes urban later on, and (b) the existence of a pipeline in an already existing urban zone. In both cases, the risk inherent to a possible loss of containment increases as compared to that in a rural zone, due to the activities associated to the human presence. However, even in uninhabited regions an accident can have serious consequences on the environment, polluting soil or water or damaging areas of special ecological interest.

These are complex situations. Land-use planning aims to protecting human health and the environment through the definition of safety zones around the pipeline. It contributes also to reducing the risk of third part activities -especially excavation works – by applying different measures; these can include technical measures such as increasing pipe wall thickness or burial

depth or marking the pipeline corridor, or organizational ones as, for example, ensuring that any excavation work will be communicated before starting.

Among the major accidents analyzed, fires are the most common events (jet fires being the most frequent fire type), followed by explosions. This is due to the fact that most of the transported fluids are flammable; the highest contributions are those from gasoline, natural gas and oil, which were involved in 83% of all accidents.

Pipelines cross both rural and urban zones. Although in inhabited zones there are much more activities which could affect pipelines integrity and interfere with possible releases, it is in rural zones that most of the accidents have occurred (68,6%). This is because of the much longer proportion of pipelines running through these zones with respect to those crossing urban ones.

Nevertheless, this analysis shows that an effort should be made in order to improve the safety in inhabited/urban zones, where severe consequences on people can occur. The most frequent cause originating the accidents has been found to be third party activities, essentially excavation machinery. Pipelines often cross other utility service lines (e.g., water, gas service lines, phone lines, etc.), and the potential damage, by third parties unaware of the presence of the line, increases; furthermore, activities related to the construction of buildings or new infrastructures near the pipeline can have also a significant contribution. Especially in the case of underground pipes, the hallways should be indicated and protected and, in the event of urban development works, ad-hoc measures should be applied and the regulations concerning both these activities and the protection of pipelines should be strictly applied.

The environmental pollution is directly related to the volume released, which strongly depends on the distance between the blocking valves and on the time needed to stop the release from the section damaged.

Though a significant number of accidents have led to a number of fatalities and injuries to people, the transport of hazardous materials by pipelines seems to be a safer mode than road or rail transport. Nevertheless, an effort should be made to decrease their risk and, in this sense, land-use planning is an essential issue [119].

The efficient and effective movement of natural gas from producing regions to consumption regions requires an extensive and elaborate transportation system. Such system consists of a complex network that includes pipelines, compressor stations, regulators, valves, city gates, among other components. In many instances, natural gas produced from a particular well must travel a long distance to reach its point of use, which may imply larger and more challenging pipeline systems. Should the natural gas being transported not be immediately required, it can be put into storage facilities for when it is needed.

We may distinguish three major types of pipelines along the transportation route, namely: the gathering system, the interstate pipeline transmission system, and the distribution system. Unlike the transmission system, which is characterized by long and large diameter pipelines operating at high pressure levels, the gathering and distribution systems consist of low pressure, small diameter pipelines. Should natural gas from a particular well have high sulfur and carbon dioxide contents (sour gas), a specialized sour gas gathering pipe must be installed to transport the raw gas from the wellhead to the processing plant.

The gas transport industry has changed during the last decades, and thus its models and needs. It has grown fast and spawned a gas marketing competition that varies from country to country. For example, in several countries, including USA, Canada, and Brazil, pipeline systems are fully-privatized, i.e., they are private company-owned and thus operated independently.

Currently, pipelines are used both offshore and onshore, with a remarkable difference in terms of security and construction prices. Building pipeline systems under the sea is highly costly and technically demanding, a lot more than onshore. For example, according to Gazprom, the Nord Stream (41 in) pipeline project is expected to cost around € 14,8 billion, of which 40,5% corresponds to the 965,7 km long onshore pipeline system on Russian and German territories, whereas the remaining 59,5% is destined to the 259,4 km long offshore section of the project. Hence, when financial, political or environmental issues arise, gas transportation operators look for different alternatives to perform this task. This includes tanker ships and flatboats, by which natural gas can be transported as LNG (liquefied natural gas), MLG (medium conditioned liquefied gas), or CNG (compressed natural gas) [120].

In a country like Iran with huge oil and gas resources, most combined cycle power plants (CCPP) use natural gas as primary fuel and diesel as secondary fuel.

With increasing environmental concerns and also due to increased pollution control costs, environmental issues of power plants have become more important. Shahsavari et al. [121] studied 32 gas turbines and 20 steam turbines in Iran and computed the emission factors of these power plants. They compared the obtained emission factors with the standard ones given by Energy protection agency, Euro Union and World Bank. The results showed that gas turbines have a better performance than steam power plants. In another work, Nazari et al. [122] calculated the emission factors of CO₂, SO₂ and NO_x for fifty thermal power plants in Iran. Also they calculated the emission factor of SO₂ in steam power plants which used heavy oil as fuel [123]. Ahmadi et al. [124] took into account the environmental objective function along with exergy and economic objective functions and optimized the plant. They also studied the effect of supplementary firing on CO₂ emissions and the operation of the plant.

Ganjekaviri et al. [125] performed an analysis on a combined cycle power plant. The results indicated that using the optimum values, 6% increase could be reached, while CO₂ production reduces by 5.63%. However, cost changes were less than 1%. Restrepo et al. [126] studied a pulverized coal power plant in Brazil in terms of exergy and environment and determined the exergy destruction and the environmental impacts of the plant. The environmental analysis performed based on life cycle assessment (LCA) using «SimaPro 7.2». Seyyedi et al. [127] proposed a new approach for optimization of thermal plants using exergoeconomic analysis, sensitivity analysis, and structural optimization method. Petrakopulo et al. [128] used advanced exergo-environmental method and divided the environmental effects of a combined cycle power plant into avoidable and unavoidable and also internal and external. Silveira et al. [129] compared a 1000 MW combined cycle power plant fed with natural gas and a 1000 kW diesel power plant in terms of efficiency, economic and environmental issues.

The most important environmental impact of natural gas is climate change. However, diesel utilization severely increases all indices reflecting the environmental issues. The severity of such an increase is such that the total environmental impact of diesel is twice as its value for natural gas. As it can be seen, utilizing diesel considerably increases the respiratory effects due to more CO and SO₂ production.

As a result, environmental impact of diesel is as twice as that of natural gas. Climate change has the highest environmental indicator either using natural gas or diesel as a fuel. In terms of economic, the natural gas price is cheaper than diesel; therefore the fuel cost is lower. Furthermore, when natural gas is burned, fewer contaminants are produced and the environmental tax is lower than that of using diesel. In terms of exergy, the exergy efficiency of the plant with natural gas and diesel are 43,11% and 42,03%, respectively. Also it is shown that maximum exergy destruction is in combustion chamber with about more than 120 MW.

Thus, environmental effects of diesel are much higher than that of natural gas. The optimization results demonstrate that in case of natural gas, exergy efficiency and annual cost of the power plant improve 2.34% and 4.99%, respectively. While these improvements for diesel are 2,36% and 1,97% [130].

2.3.2 The environmental aspects of machine-building complex

Welding fumes are a result of the vaporisation and oxidation of different substances in the arc which is caused by the high temperature. These particles consist of oxides of iron, manganese, chrome and nickel, for example.

Hexavalent chrome is primarily produced during the MMA-welding of stainless steel. It can cause cancer and asthma-like problems. Manganese can affect the central nervous system. Nickel can cause cancer and asthma. Iron oxides can cause irritation in the airways. Fluorides can affect the skeleton. A number of different substances can be released from surface-coated material: Material coated with lead paint can release lead and affect the central nervous system. Zinc, which is found in galvanised materials, can cause shivering. Polyurethane paint or insulation can release isocyanates which can cause asthma [131].

The galvanic process consists on the deposition of a thin layer metal on a metallic or plastic substrate in order to prevent the action of corrosion, increasing the thickness, hardness and wear resistance and giving a more attractive appearance. This deposition occurs by immersing the parts in tanks containing acid or alkaline solutions.

The electroplating arouse concern for the potential environmental risk and in this context this paper intends to give his greatest contribution, discussing one of the main environmental impacts of this process, the waste generated. Moreover, the present study evaluated the economic and environmental value of solid waste from an electroplating company.

The galvanic process consists in depositing a thin layer of metal on a metallic or plastic surface, by chemical or electrochemical means. The goal of the surface treatment process is to prevent corrosion of certain metals, increase the thickness, hardness, resistance to wear and the conductivity of the surfaces, addition to reduce the incidences of stains and grant to the products more attractive appearance.

The scheme of the electroplating process consists in the following steps: pre-treatment →treatment →post-treatment.

The pre-treatment process consists in preparing the surface to be treated, by mechanical and/or chemical means, so that the coating can have good adhesion, uniformity and appearance. The mechanical pre-treatment is aimed to remove burrs, grooves, irregularities, among others, by means of abrasive materials. The presence of layers of oxide, oil, grease, dust, among others, affects the metal deposition, making it necessary a chemical pre-treatment, which is divided into degreasing and pickling.

The metallic coating process generates large volumes of effluents with a high concentration of metal compounds, acids, additives and metal sludge. The treatment systems are designed to meet the environmental legislation, preventing the discharge of pollutants that may cause harm to human health and to the environmental quality.

The collect and transportation of alkaline effluents and acid effluents are carried out separately, mainly for security reasons. When the process uses cyanide or chrome based

compounds, its effluents treatment must contain a step of pre-treatment, where anions cyanide and chromate are treated by oxidation and reduction respectively.

The mixture of alkaline effluents containing cyanide with acid effluents may generate hydrogen cyanide (HCN), which under ambient conditions is a toxic gas. The reduction of hexavalent chrome to trivalent chrome occurs only in the presence of reducing agents and at pH below 3. The current of pre-treated effluent are attached and forwarded to the next step in the treatment process, called neutralization.

The most common method to remove heavy metal is the precipitation. Heavy metals precipitate in the form of hydroxide when treated with sodium hydroxide (NaOH) or calcium hydroxide (Ca(OH)_2). This precipitation occurs in pH at around 8,5. The galvanic sludge is the precipitated that accumulates at the bottom of the decanter and pass through a dehydration process, which may be by filter-press, drying bed, among others.

The rule ABNT NBR 12.235/92 determines the condition for storage of any hazardous solid waste (Class I) in order to protect health and the environment. The ABNT NBR 10.007/04 aims to establish the requirements for sampling of solid waste, being used to collect the galvanic sludge.

The collection of data relevant to the study was performed by a visit to the chosen company, where a questionnaire was applied and the galvanic solid residue was collected. The questionnaire was applied to identify the metal plating process, the effluent treatment system, the amount of galvanic waste generated and its disposal costs.

The liquid effluents generated in the metal plating baths are forwarded to the effluent treatment plant, which operates in a continuous regime. The effluents are collected and sent to the station by two collection network, such as, the acid and the alkalis effluent collecting.

The acid effluents are sent to a treatment vessel in which the chromium is reduced by the addition of sodium metabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) and sulfuric acid (H_2SO_4). The alkaline effluents are sent to a tank of cyanide oxidation, where sodium hypochlorite (NaOCl) is used. These two types of treated effluents are sent to a neutralization tank, where the metals are precipitated by addition of calcium hydroxide (Ca(OH)_2). The pH adjustment for the neutralization is done by adding sodium hydroxide (NaOH). After the neutralization the effluent is forwarded to the flocculation tank where the addition of polyelectrolyte results in the formation of flakes which are removed in step decantation.

The treated effluent is sent to the sewage disposal system and the sludge produced at the bottom of the tank passes through the filter-press to be dehydrated before being stored. This storage is held in iron barrels with plastic bags.

The environmental economic valuation confirms the environmental economic potential of the galvanic residue [132].

Harmful emissions caused by casting melting and production are basically related to the use of additives and fuels or raw material impurities. The use of coke or oil might cause the emission of the product of burning. The use of additives in the process generates a reaction. The presence of impurities in waste that blend by melting may cause the formation of a product with incomplete combustion or a recombination and dust. Dust from the process might consist of metal and metal oxides. During the melting process, elements evaporate and tiny metal dust particles are released. Metal particles appear during the final processing.

- Emission of pollutants from cast iron foundries

Having conducted a research on 20 field castings, it has been established that the total annual emission of dust pollutants in the atmosphere is between 0,1 and 94 kg or averagely 4,7 kg/t, the annual emission of waste gases basically consists of SO₂, NO_x and CO from these castings in the quantity of 0,1 up to 108 kg/t, that in average amounts to 5,4 kg of gases/t. In many cases the presence of NO_x is not even measured at all.

- Emission of pollutants from cast steel foundries

Research has shown that the total quantity of dust in steel castings production is from 6,65 to 35,55 kg/t, while Si dust composes between 3,46 and 21,09 kg/t. The annual emission of gases SO₂, NO_x and CO from production is from 0,01 up to 20 kg. The largest sources of NO_x emission are electro- furnaces, in some castings even up to 90 %, while the remaining part originates from induction furnaces, etc. CO emission in the production process amounts up to 18 kg/t. Basically, this gas emits from electric arc furnaces and induction furnaces, while the emission of SO₂ originate from different resources and furnaces, etc.

Application of a developed indicator method consists in estimation and evaluation of the EI in castings.

When the pollutants (CO₂, SO₂, NO_x) are in the atmosphere, their existence depends on the physical and chemical processes that are being developed all the time. It is not simple to find the correlation between the emission and acidity of the atmospheric layers. The implementation of the legislation on air pollution would bring many changes in the regulation of climate changes, and protect the area from its negative consequences.

Through the existing technology, electro-metal and foundry industry pollute, to some degree, the air, water and soil, which affects the climate [133].

Heavy metals constitute one of the most insidious and dangerous pollutants known to humans. Once in the environment, they are not readily converted into harmless components. They are often accumulated in tissues of organisms, which cannot excrete them. This leads to an

amplification of their concentrations along the food chain and exposure of humans at the apex to the risk of metal poisoning.

In order to assess impacts of various heavy metals and their complexes, knowledge of their distribution patterns in local ecosystems is necessary. According to Chester and Stoner (1975) estuarine sediments are particularly important 'traps' for trace elements. Amiel and Navrot (1984) observed that trace metals, which were introduced into the marine environment by sewage, are mostly removed from the aqueous phase and added to the sediment. Donazzolo and others (1981) observed that marine sediments in coastal regions near large industrial and urban areas contain heavy metals sometimes in amounts several times higher than their natural background.

In comparison with global average shale values and levels from fossil Rhine sediments, metal concentrations in the Calabar River (Nigeria) are close to background levels. Present levels of heavy metals in the Calabar are below concentrations that are known to affect the quality of life of marine biota.

However, the seasonal trends displayed by the metals are an indication of anthropogenic impact. The significantly higher concentrations of Cu, Pb, Zn and Ni during the wet season is attributable to anthropogenic input through surface runoff loaded with municipal wastes and atmospheric wash-out. About 15% of the world's lead is consumed in gasoline additives with almost the entire lead content being emitted into the ambient air during combustion. There are several hundred battery repair and servicing shops in Calabar city. Indiscriminate disposal of waste accumulator batteries from these shops run into hundreds every week and constitutes an important source of lead, which is carried to the river during rains. Ntekim and others (1993) reported elevated concentrations of Pb, Cu and Zn in the vicinity of industrial establishments or urban sewage discharge points and attributed this to anthropogenic influences. In contrast to metals indicated above, Fe levels were significantly lower during the wet season compared to the dry season. This could mean that sewage input at the present has no effect on Fe levels in the river or that Fe which enters the river during the wet season is maintained in water phase in a form that is resistant to oxidation and thus sedimentation. The highly elevated values during the dry season seem to favour the second argument. The formation of humic acid metal complexes is known to stabilize metals in solution.

The elevated concentration of metals during the high tide (HT) compared to low tide (LT) regimes is due to redox conditions in sedimentary columns. According to Lee (1975) both Fe and Mn would tend to migrate in the sediment through interstitial waters until they come in contact with oxygen, where precipitation of hydrous metal oxides would occur. The upward movement of interstitial water rich in metals can be greatly enhanced by seawater intrusion

during high tide regimes. This seems to be the most important process responsible for the elevated high tide metal concentrations in the surficial sediments in the Calabar River.

Since interstitial metal concentrations are enriched under reducing conditions, the spatial trends of heavy metals in the Calabar River may be an indication of the redox conditions in sediment and the overlying water phase. For instance, the high concentrations of metals during high tide in station 2 (January) may be attributed to its dominantly depositional character (with mean depth less than 3 m). This also indicates that sediments can be transported from a major source of pollution and deposited in relatively unpolluted areas. This is of particular importance since these low energy depositional environments are usually areas with the highest diversity and biomass of organisms (Wolf 1987).

The Calabar city and associated river are being developed by the Federal government as an 'export processing zone'. This development is expected to bring about increased industrial activities and human population in the city of Calabar. Considering the present waste disposal practices, pollution will probably be on the increase with serious consequences on fisheries and other water uses. There is therefore an urgent need to implement and enforce existing environmental laws as a first step in the control of pollution in the Calabar River [134].

Native plants and topsoil contaminated with metallurgical slag from a metallurgy waste site in northern China were studied and found to contain four heavy metals (i.e., As, Cd, Pb, and Zn). Heavy metal concentrations of Pb and Zn in topsoil were very high, with a maximum value of 6189.53 mg/kg and 16,046.72 mg/kg, respectively. Investigations of metal accumulation in the screened plants indicated that metal accumulation in different plants varied by species, tissues and metals. Eight native plants under high combined Pb–Zn–As–Cd pollution conditions, including *Calystegia hederacea* Wall., *Cirsium setosum* (Willd.)MB., *Cynanchum chinense* R. Br., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Humulus japonicas* (Lour.) Merr., *Kalimeris indica* (L.) Sch.-Bip., *Metaplexis japonica* (Thunb.) Makino, and *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz, were tested and recognized as Pb hyperaccumulators according to a standard of greater than or equal to 1000 mgPb/kgDW in plant aerial parts. Native Pb hyperaccumulators could accumulate substantially higher As–Cd–Zn concentrations than other plants. The bioconcentration factor of *Pharbitis nil* (L.) Choisy was much lower than 1, indicating that it was an excluder of heavy metals, especially for As and Pb. Obtained results were particularly useful for soil remediation technologists in providing information to identify native hyperaccumulators, and conducting the reclamation of sites affected by metallurgical slag in northern China.

The metallurgy waste sites are characterized by extremely high concentration of metals and metalloids that are often unstable and cause dispersion of heavy metals into soil, surface and groundwater, leading a risk to neighboring environment.

Conventional mechanical or physico-chemical treatments such as excavation, soil washing, solidification/stabilization, electrokinetic remediation and soil incineration, suffer from limitations like costly, intensive labor, irreversible soil disturbance. Chemical methods can also create secondary pollution problems. Therefore, research is needed to develop and apply sustainable, efficient and cost effective methods for decontamination of heavy metal-polluted soils. According to this requirement, phytoremediation is referred as an eco-friendly alternative solution to ameliorate heavy metal pollutants from the contaminated soils.

Phytoremediation technologies mainly include phytoextraction and phytostabilization. Phytoextraction employs metal enrichment plants and hyperaccumulators to uptake one or several types of heavy metals from the soil or polluted water and transfers and stores these pollutants in the aerial portions of plants. Plants with elevated biomass, tough pest/disease-resistance, high tolerance to unfavorable growth conditions and strong enrichment for various metal elements are vital to the sustainability of phytoextraction technique. Phytoextraction is an effective means of remediating a site or large area of farmland contaminated with low and moderate concentrations of metals, because it reduces the overall mass to be treated from tons of widespread contaminated soil to plant tissue that can be dried to a small volume.

Phytostabilization utilizes tolerant plants to diminish the migration and bioavailability of heavy metals in soil, decreasing environmental and human health risks.

Selection of tolerant plants for soil restoration is crucial for sustainable phytoremediation. It is important to develop a self sustainable vegetative cover with low cost and capability to lower the toxicity of heavy metals. Current researches are typically concentrated on indigenous plant species or phytodiversity in local contaminated sites for an extended period and featuring environmental stress adaptive strategies.

Nowadays in China, phytoremediation of heavy metal pollution has been intensively studied for open-pit mining, industrial emissions, and wastewater irrigation farmland, yet metallurgy waste site severely polluted by small town factories in rural areas have received comparatively less attention. The problems of smelting waste dumps in rural China are the exposing risks of the residents and workers nearby, the leaching toxicity of heavy metals to surface and ground water during rainy season, as well as the dispersivity of its hostile substrate particles in the windy season. So identification of the concentration of heavy metal pollution in these polluted wastelands is a crucial step for reducing the ecological risk of numerous metallurgy waste sites in China's rural areas.

Heavy metal concentrations of the sixteen dominant species sampled plants grown in contaminated soil exhibited no visible symptoms of toxicity. Different plants have different ways to accumulate different heavy metals. Ability to accumulate Zn was strongest in the 16 tested

plants, followed by Pb, Cd, and As, with accumulations of the four heavy metals greater in the above-ground portions than in the roots. The average content order of the heavy metals in the different organs of the 16 plants was root > leaf > shoot for As, Cd, Pb and leaf > root > shoot for Zn. Wide metal concentration variations existed among plant species with As ranging from 0,54 to 70,15 mg/kg, Cd 1,28–73,47 mg/kg, Pb 56,23–4621,76 mg/kg, and Zn 293,6–5507,82 mg/kg. The maximum As concentration was found in the leaves, shoots and roots of *Cynanchum chinense*, which can accumulate 107,40 mg As/kg DW in above-ground biomass, indicating strong As tolerance. Thus it can be seen in the case of polymetallic pollution in this study, the uptake and accumulation of metals by native plants are often specific not only to the species and metal; similar results were reported in many other studies.

Accumulation abilities of heavy metals by pioneer species growing in the contaminated land was determined in this study. Eight native plants were tested and recognized as Pb hyperaccumulators under elevated combined Pb–Zn–As–Cd pollution conditions. Results revealed that weeds or native plants growing naturally in the contaminated environment have adapted to higher metal concentrations and accumulate metals to a higher degree. Makino exhibited superior Pb accumulation ability, which bioconcentration factor values are 1,79 and 2,47, respectively. Translocation factor values for heavy metal element Pb were 9,90, 4,20 and 3,99, respectively, indicating relatively higher metal accumulation and root fixation abilities [135].

Factors which influence innovations have different scope of actions depending on industry or sector. In particular industries, ecological innovations are introduced more often than in others. The support policy should play a role in the intensification of ecological innovations implementation in enterprises. This support policy by means of various instruments may result in a bigger amount of ecological innovations in a whole sector and, thus it may bring benefits not only to ecological, but also to economic and social dimension. Legal regulations and directives concerning the environment are often the main cause of eco-innovation implementation [136].