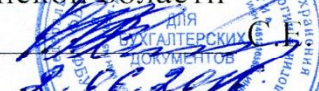


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет «Химический»
Кафедра «Экология и природопользование»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент, заведующий отделением
физико-химических исследований
Центра гигиены и эпидемиологии в
Челябинской области


Бураков
2016 г.

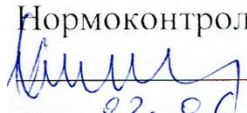


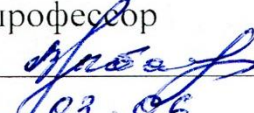
ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, д.х.н.,
профессор



В.В. Авдин
03 июня 2016 г.

Исследование содержания бенз(а)пирена в почве и продуктах питания.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ НИР
ЮУрГУ.261000.888.2016. ПЗ. ВК НИР

Нормоконтролер

В.Р. Гофман
02.06 2016 г.

Руководитель НИР д.с.-х.н.,
профессор

В.С. Зыбалов
03.06 2016 г.

Автор НИР
студент группы Хим-444

Т.С. Скорина
03.06 2016 г.

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
Факультет «Химический»
Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д.х.н.,
профессор

 В.В. Авдин

15 марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента
Скориной Татьяны Сергеевны
Группа Хим-444

1. Тема НИР

Исследование содержания бенз(а)пирена в почве и продуктах питания
утверждена приказом по университету от 15.04.2016 №661.

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 25.05.2016.

3. Исходные данные к НИР

Результаты анализа литературных данных по содержанию бенз(а)пирена в
почве и продуктах питания.

4. Перечень вопросов, подлежащих разработке:

- 1) Оценка источников загрязнения бенз(а)пиреном окружающей среды;
- 2) Оценка бенз(а)пирена как опасного загрязнителя
- 3) Анализ утверждённых методик для проведения анализа содержания
бенз(а)пирена в почве и продуктах питания;
- 5) Анализ содержания бенз(а)пирена в пробах почв и продуктов питания.

Дата выдачи задания: 08.02.2016.

Руководитель:


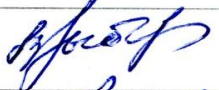
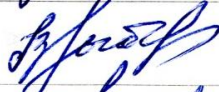

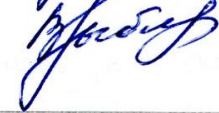
Задание приняла к исполнению:




В.С. Зыбалов

Т.С. Скорина

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Характеристика основных опасных загрязнителей промышленного производства	01.03.16	
Характеристика Челябинской области	30.03.16	
Объект и методика исследований	15.04.16	
Определение бенз(а)пирена в почве и продуктах питания	02.05.16	
Разработка мероприятий по снижению концентрации бенз(а)пирена	25.05.16	

Заведующий кафедрой





/ В. В. Авдин /

Руководитель НИР

/ В. С. Зыбалов /

Студент

/Т. С. Скорина /

РЕФЕРАТ

Скорина Т.С. Исследование содержания бенз(а)пирена в почве и продуктах питания – Челябинск: ЮУрГУ, Хим-444, 2016. – 60 с., 4 ил., 8 табл., библиогр. список – 30 наим.

Бенз(а)пирен, почва, продукты питания

Объектом исследования являются пробы почв Челябинской области и продукты питания, такие как: хлеб, батон, колбаса, масло подсолнечное, сельдь, скумбрия.

Цель работы – изучение бенз(а)пирена как загрязнителя почвы и продуктов питания.

Для достижения цели НИР решены следующие задачи:

- проведён анализ литературных источников по теме выпускной квалификационной работе;
- проведена оценка бенз(а)пирена как опасного загрязнителя;
- изучена методика определения бенз(а)пирена в почве и продуктах питания;
- определено содержания бенз(а)пирена в почве и продуктах питания;
- разработаны мероприятия по снижению бенз(а)пирена в окружающей среде.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ОПАСНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	7
1.1 Основные загрязняющие вещества и их влияние на состояние окружающей среды.....	7
1.2 Бенз(а)пирен как один из опасных загрязнителей.....	22
1.3 Методы снижения окружающей среды от бенз(а)пирена и подобных загрязнителей.....	27
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	30
2.1 Природно-ресурсный потенциал Челябинской области.....	30
2.2 Источники загрязнения окружающей среды.....	33
2.3 Методы контроля в Челябинской области.....	39
3 ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	42
3.1 Объект исследования.....	42
3.2 Методика исследования.....	43
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ И ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ.....	47
4.1 Химический состав бенз(а)пирена.....	47
4.2 Исследование содержания бенз(а)пирена в почве.....	47
4.3 Исследование содержания бенз(а)пирена в продуктах питания..	49
5 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	59

ВВЕДЕНИЕ

Бенз(а)пирен относится к классу полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ). Является веществом первого класса опасности, способное вызывать генные мутации и канцерогенез. Продукт неполного сгорания (пиролиза) органических соединений.

Источниками поступления бенз(а)пирена в окружающую среду являются: котельные, ТЭЦ, асфальтобитумные и нефтехимические производства, пиролиз, производство алюминия, горящие свалки, автомобильные выхлопы, табачный дым. Продукты, производство которых связано с процессом копчения (обработкой дымом), а также растительные масла, зерно продовольственное и продукты его переработки могут содержать бенз(а)пирен в результате нарушения технологии их производства.

Выше указанные загрязнители являются характерными для Челябинской области. Такие отрасли промышленности Челябинской области как предприятия чёрной и цветной металлургии, топливно-энергетического комплекса, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, а также автомобильный транспорт являются источниками загрязнения окружающей среды бенз(а)пиреном. Проблема загрязнения окружающей среды бенз(а)пиреном является актуальной для Челябинской области. По данным Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в декабре 2015 года основным загрязнителем воздуха был бенз(а)пирен (среднемесячное превышение ПДК в 4,8 раза), причём максимальная разовая концентрация этого вещества составляла 11 ПДК, что является высоким уровнем загрязнения.

Целью работы является изучение бенз(а)пирена, как загрязнителя почвы и продуктов питания.

Основные задачи исследования:

- провести анализ литературных источников по теме выпускной квалификационной работе;
- оценка бенз(а)пирена как опасного загрязнителя;
- изучить методику определения бенз(а)пирена в почве и продуктах питания;
- определить содержание бенз(а)пирена в почве и продуктах питания;
- разработка мероприятий по снижению бенз(а)пирена в окружающей среде.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ОПАСНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Основные загрязняющие вещества и их влияние на состояние окружающей среды

Очень важной проблемой современности является загрязнение среды вредными веществами, поставляемыми промышленностью, теплоэнергетикой, транспортом, применяемыми в сельском хозяйстве. Загрязнение – это нежелательное изменение физических, химических или биологических характеристик воздуха, земли, воды, которое может сейчас или в будущем оказывать неблагоприятное влияние на жизнь самого человека, растений или животных, на разного рода производственные процессы, условия жизни и культурное достояние, истощать или портить сырьевые ресурсы. Во всем мире используется множество различных, химических соединений. Классификация загрязнений сложна. Широко известно выделение загрязнений по типам сред, по загрязняющим веществам. С экосистемных позиций выделяют два вида загрязнений – стойкие и нестойкие. Последние, в отличие от первых, легко разрушаются биологическими процессами [1].

Классификация загрязнений и характеристика основных загрязнителей окружающей среды приведена на рисунке 1.1 и в таблице 1.1 [2].

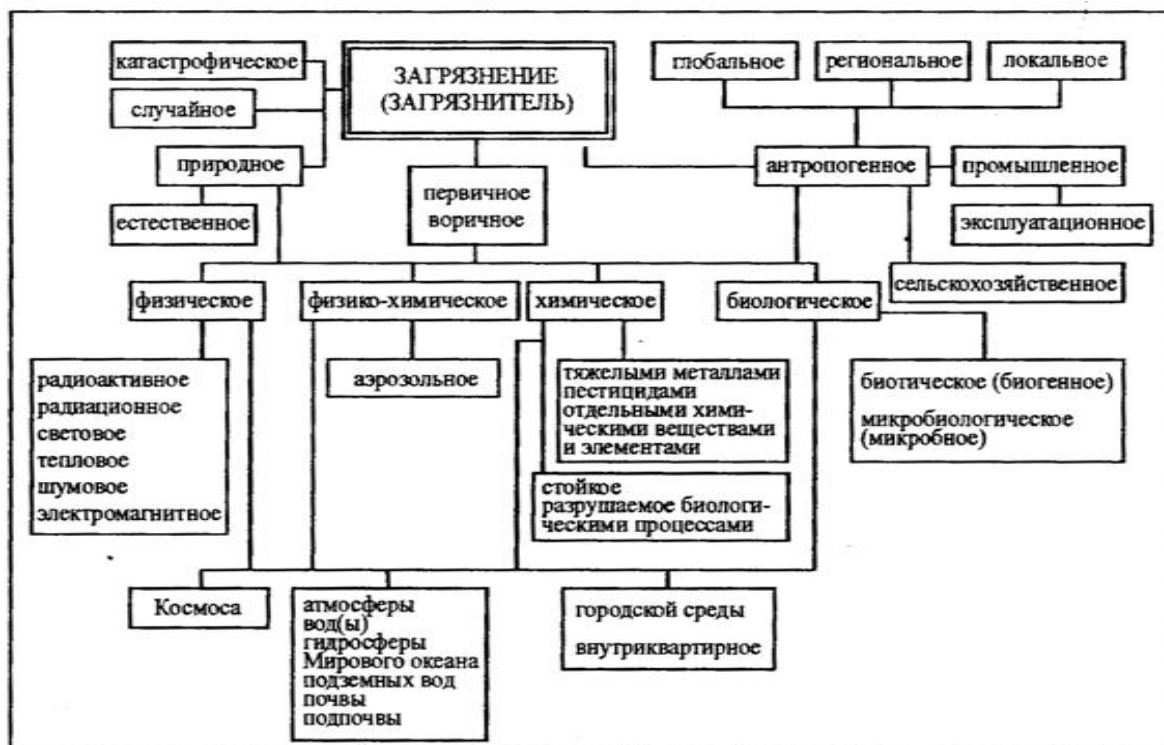


Рисунок 1.1 – Основные типы загрязнения окружающей среды

Таблица 1.1 – Основные загрязнители окружающей среды

Виды загрязнителей	Основные источники загрязнения	Возможное влияние на состояние атмосферы, на экосистемы, организмы
Оксид серы (IV), сернистый газ	Сжигание топлива, металлургия	Изменение климата, образование «кислотных осадков», обострение респираторных заболеваний у человека, вред растениям, разъедание строительных материалов и некоторых тканей, усиление коррозии металлических конструкций
Взвешенные частицы	Разработка полезных ископаемых, вспышка почвы, металлургия	Изменения климата, состояния озонового слоя, увеличение концентрации тяжелых металлов в цепях питания
Озон	Фотохимические реакции в атмосфере	Изменение климата, негативное влияние на здоровье человека
Оксиды азота	Сжигание топлива, транспорт, азотсодержащие минеральные удобрения, авиация	Изменение климата, состояния озонового слоя, образование «кислотных осадков». Увеличение концентрации нитратов (нитритов) в пищевых цепях, усиление коррозии, создание смога и др.
Диоксид углерода	Сжигание топлива, транспорт	Изменение климата, «парниковый эффект»
Ртуть	Разработка ртутьсодержащих руд, производство хлора, соды, ряда пестицидов	Накопление в организмах по пищевым цепям
Свинец	Транспорт, металлургия	Накопление в организмах по пищевым цепям
Кадмий, цинк, медь	Химическая промышленность, металлургия	Гибель обитателей водоемов за счет накопления по пищевым цепям и др.
Оксид углерода	Сжигание топлива, транспорт	Изменение климата, нарушение теплового баланса верхней атмосферы
Асбест	Строительные материалы	Влияние на здоровье человека
Нефть	Нефтехимическая промышленность	Нарушение теплообмена гидросферы с атмосферой, гибель водных организмов
Полициклические углеводороды	Химическая промышленность, сжигание топлива и др.	Изменение климата, состояния озонового слоя, негативное влияние на здоровье человека
Фосфаты	Химическая промышленность, производство фосфорных удобрений	Экологическое состояние рек, озер
Пестициды	Химическая промышленность, производство пестицидов	Накопление в организмах по пищевым цепям

Виды загрязнителей	Основные источники загрязнения	Возможное влияние на состояние атмосферы, на экосистемы, организмы
Фторхлорпроизводные углеводородов (фреоны)	Холодильная промышленность, производство аэрозольных упаковок	Разрушение озонового слоя Планеты, изменение климата
Радиация	Естественные (в основном, радоновый слой) и искусственные источники (медицинское обслуживание, испытание ядерного оружия, АЭС)	Злокачественные новообразования и генетические изменения (мутации)
Диоксины	Сгорание топлива, сжигание мусора, работа муфельных печей, плавление металлов, работа автомобильных двигателей на этилированном бензине; фенолсодержащие стоки предприятий металлургической, нефтеперерабатывающей и химической промышленности, обеззараживание хлором воды, содержащей фенолы или их предшественники – присутствующие в природных водах лигнины, гуминовые и фульвокислоты; пыль, уносимая ветром с бесхозных свалок токсичных отходов.	Спектр физиологического действия чрезвычайно широк: понижают эффективность функционирования иммунной системы; вызывают злокачественные образования, поражают эндокринные железы, угнетают деятельность щитовидной железы и повышают риск возникновения диабета; вызывают такие кожные заболевания как гиперпигментация, гипертрихоз (избыточный рост волос); приводят к врожденным дефектам, неврологическим патологиям, нарушают обмен веществ в организме, повышают риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Диоксины из организма практически не выводятся, а аккумулируются в жировой ткани. По-видимому, единственно безопасным уровнем содержания диоксинов в окружающей среде является их отсутствие.

Ниже приведены краткие характеристики наиболее распространенных и опасных загрязнителей окружающей среды [3].

Пестициды применяются главным образом в сельском хозяйстве, хотя их используют также для защиты запасов продовольствия, древесины и других природных продуктов. Во многих странах с помощью пестицидов ведётся химическая борьба с вредителями лесов, а также переносчиками заболеваний человека и домашних животных (например, с малярийными комарами).

Наибольшую проблему обезвреживания токсичных промышленных отходов, в том числе и пестицидов, создают вещества (продукты), выделенные в группу стойких органических загрязнителей (СОЗ). Пестицидные препараты, относящиеся к этой группе, обладают преимущественно высокой токсичностью, устойчивы к разрушению в естественных условиях, плохо растворимы в воде, проявляют биокумулятивные свойства в жировой ткани, мобильность в пищевых звеньях и выраженную способность накапливаться в живых организмах.

Среди запрещённых к применению пестицидов группа СОЗ относятся дихлор-дифенил-трихлорэтан(ДДТ), алдрин, диэлдрин, эндрин, хлордан, мирекс, токсафен, гептахлор [4].

Мировое использование пестицидов за последние 50 лет увеличилось в 26 раз, но к настоящему времени это увеличение замедлилось. Начиная с 70-х годов, все большее количество стран ограничивает использование определенных пестицидов, принимая во внимание их воздействие на здоровье и окружающую среду.

Производство пестицидов в мире представлен на рисунке 1.2 [4].

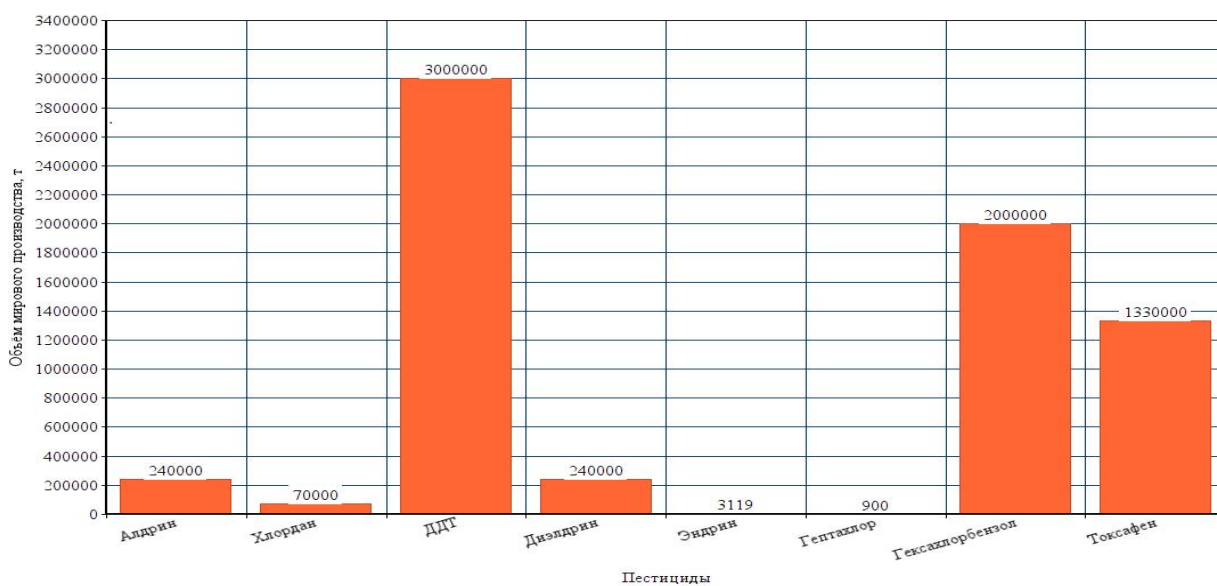


Рисунок 1.2 – Производство пестицидов в мире

Дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ) был первым из множества пестицидов, при помощи которых люди надеялись улучшить качество своей жизни. Ученые до сих пор пытаются понять, каким образом он вызывает широкое и неожиданное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

ДДТ широко использовали по всему миру в 1950 - 1960 годы, как в сельском хозяйстве, так и для борьбы с малярией. В связи с воздействием ДДТ на популяции диких животных и птиц, в 1970-е годы многие страны постепенно отказались от применения ДДТ.

ДДТ впервые синтезировали в 1874 г., а в конце 1930-х годов швейцарский химик Пауль Мюллер открыл возможность его использования в качестве инсектицида. Он оказался настолько эффективным в здравоохранении и военной гигиене, что в 1948 году Мюллеру была присуждена Нобелевская премия в области медицины и физиологии [4].

Спустя два – три десятилетия, выявились и негативные экологические последствия использования ДДТ и других пестицидов.

Впервые негативные последствия применения ДДТ были обнаружены в штате Флорида, где орнитолог-любитель, с 1939 года наблюдавший за поведением орлов, в 1947 году обратил внимание на неудачные попытки птиц обзавестись потомством и их необычное брачное поведение. На другом побережье США были зарегистрированы нарушения репродуктивной функции чаек. Эти явления связывали с воздействием ДДТ. В 80-е годы негативное воздействие ДДТ и других хлорорганических пестицидов проявилось также в нарушении репродуктивного здоровья аллигаторов озера Алопка. В крови самцов крокодилов было менее половины нормального уровня мужского гормона тестостерона.

ДДТ, как и некоторые другие СОЗ, распространяются в окружающей среде всего земного шара, даже пингвины Антарктиды содержат в своем теле ДДТ. Особое беспокойство вызывает их накопление в окружающей среде Арктики – одной из наиболее ранимых экосистем.

Из-за широкого спектра воздействия ДДТ вместе с вредными насекомыми уничтожались и полезные. А устойчивость приводила к тому, что ДДТ накапливался в пищевых цепях и оказывал губительное воздействие на их верхние звенья. Дальнейшие исследования показали, что ДДТ оказывает влияние практически на все живые организмы. Он накапливается в тканях млекопитающих и является канцерогеном, мутагеном, эмбриотоксином, нейротоксином, иммунотоксином, изменяет гормональную систему, вызывает анемию, болезни печени.

ДДТ сильно влияет на птиц, приводя к утончению скорлупы, препятствуя тем самым нормальному выведению птенцов, уменьшает воспроизводство у рыб и змей.

Один из наиболее ярких примеров простой пищевой цепи с участием ДДТ описан Рэчел Карсон. Для уничтожения гриба — возбудителя голландской болезни вязов - парковые насаждения обрабатывали ДДТ. Остатки осевшего на деревьях ДДТ попадали затем с дождевой водой или с опавшими листьями в почву или листовую подстилку. Там ДДТ поглощали дождевые черви. Затем ДДТ попадал в организм перелетных дроздов, которые в основном питаются дождевыми червями. Это не всегда приводит к гибели птиц, но вызывает у них нарушение способности к размножению. Они становятся стерильными или откладывают бесплодные яйца, или умирают их птенцы, особенно если родители кормят их дождевыми червями. Поэтому борьба с голландской болезнью вязов с помощью ДДТ привела почти к полному исчезновению перелетных дроздов на значительной части территории США.

ДДТ находят в жировых тканях человека, в грудном молоке кормящих матерей, он может попадать в систему кровообращения. Было установлено, что в грудном молоке кормящих матерей в США содержится в 4 раза больше ДДТ, чем допускается санитарными нормами для коровьего молока.

Остаточные концентрации ДДТ и его метаболитов были обнаружены в образцах человеческой крови, сыворотки и грудного молока во многих странах мира. В настоящее время ДДТ можно обнаружить в крови и тканях новорожденного ребенка в любой точке планеты. Обнаруживаемые уровни ДДТ в организме человека в последнее время значительно сократились в тех странах, в которых применение этого вещества было запрещено.

В настоящее время в большинстве стран введен запрет на применение ДДТ. Последовательность введения запрета была следующей: Новая Зеландия, СССР, Венгрия, Швеция, Дания, Финляндия, далее прочие страны. Однако запрет на применение ДДТ существует не во всех странах. Кроме того, во многих странах имеются солидные запасы ДДТ.

В СССР активное производство и использование ДДТ началось в 1946-1947 годах, когда были построены заводы в Москве, Дзержинске и Чебоксарах. В течение 1950-1970 годов использовалось около 20 тыс. тонн гербицида в год, в результате чего загрязнено огромное количество земель по всей территории бывшего Советского Союза.

В 1969-1970 годах ДДТ был исключен из официального списка пестицидов, используемых в СССР. Однако и после этого производство и применение ДДТ не прекратилось. Даже в 1986 году, через 16 лет после официального запрета, производство ДДТ составляло 10 тыс. тонн в год. До конца 80-х годов ДДТ использовался "в порядке исключения" в Узбекистане и во многих областях России.

В результате около 20% плодородных почв бывшего СССР загрязнены на годы. При санитарной норме для почвы 0,5-1 мг/кг в 1960-1970 г.г. и 0,1 мг/кг в 1981 г. во многих местах количество ДДТ в почве было выше в 5-10 раз, а в хлопковых районах Узбекистана это превышение достигало 85 раз.

Официально в бывшем СССР содержание ДДТ в мясе, масле, молоке и яйцах вообще "не допускалось". Однако всегда вводились "временные" нормы. Так, в течение 15 лет после запрета ДДТ "временная" величина ПДК (мг/кг) для молока в детском и диетическом питании составляла 0,05, для яиц и мяса - 0,1, для консервированной рыбы - 0,2.

Первой страной, где был запрещен ДДТ, была Новая Зеландия, второй - СССР. Но это запрещение имело две оговорки: применение разрешалось в Узбекистане, где еще встречались случаи малярии, и в таежных районах, где при вырубке леса для временных поселений образовывались прогалины, в которых размножались мыши, а вслед за ними - иксодовые клещи, которые создавали очаги клещевого энцефалита, с которым можно эффективно бороться с помощью ДДТ.

Задача на сегодня – исключить использование ДДТ в земледелии, сохраняя его как надежный инструмент для борьбы с малярией, который, однако, может

быть использован лишь при определенных условиях, пока не станут общедоступными альтернативные способы.

Проблемы, связанные с ДДТ и другими синтетическими (в частности с хлорированными) пестицидами, можно свести к следующим:

- развитие резистентности вредителей к этим препаратам;
- устойчивость пестицидов в природной среде и накопление их в возрастающих концентрациях в организмах;
- возрождение вредителей и вторичные вспышки их численности;
- рост материальных затрат на применение пестицидов;
- нежелательные воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Алдрин – пестицид, применявшийся для борьбы с почвенными вредителями. Он широко использовался для защиты злаковых культур, кукурузы и картофеля, а также для защиты деревянных строений от термитов. На территории Российской Федерации алдрин не применялся и не применяется. Алдрин – белое кристаллическое вещество, почти без запаха. Он крайне редко обнаруживается в продуктах питания и тканях живых организмов, а даже если и обнаруживается, то в очень незначительных концентрациях. Алдрин прочно связывается с частичками почвы и практически не попадает в грунтовые воды. Этот пестицид запрещен в Болгарии, Эквадоре, Финляндии, Венгрии, Израиле, Сингапуре, Швейцарии, Турции. Его использование ограничено в Аргентине, Австрии, Канаде, Чили, Европейском Союзе, Японии, Новой Зеландии, Филиппинах, США, Венесуэле.

Диэлдрин так же, как и ДДТ является инсектицидом, он более эффективен и более стоек, чем ДДТ. В тех случаях, когда у насекомых вырабатывалась устойчивость к ДДТ, часто использовали диэлдрин. Аналогично ДДТ, он движется по пищевым цепям и накапливается в тканях живых организмов, что может привести к печальным результатам.

В 1995 году для борьбы с комарами, переносчиками малярии, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) начала распыление диэлдрина на севере острова Борнео. Это мероприятие оказалось весьма успешным и болезнь была полностью ликвидирована. Однако появились другие неприятности. От диэлдрина погибли и многие насекомые, включая мух и тараканов. Затем погибли жившие в домах маленькие ящерицы, наевшиеся мертвых насекомых. После этого начали гибнуть кошки, поедавшие мертвых ящериц. Это привело к размножению крыс, которые стали производить набеги на деревни. Над островом нависла угроза чумы, переносчиком которой были блохи, жившие на крысах. Кроме того, на острове начали рушиться крыши домов, сделанные из листьев. Это было связано с тем, что диэлдрин уничтожил ос и других насекомых, питавшихся гусеницами, и возросшее число гусениц беспрепятственно проедало ходы в листьях, покрывающих крыши. Ситуацию удалось нормализовать, сбросив на остров на парашютах здоровых кошек.

Диэлдрин способен проникать в пищевые цепи также путем диффузии. Так, в Лондонском зоопарке за несколько лет погибли все совы. У них в тканях

печени и мозга накопился диэлдрин. Выяснилось, что сов кормили белыми мышами, которые содержались на опилках, сильно загрязненных диэлдрином, это привело к аккумуляции диэлдрина в их шкурках и внутренних органах.

Эндрин – инсектицид, в основном использовался для защиты зерновых культур и для контроля за мышами. В отличие от других веществ с похожей структурой, эндрин не накапливается в жировых тканях животных. Период полураспада эндрина в почве может достигать 12 лет.

Официально запрещен для использования в США в 1979 году вследствие своей высокой устойчивости и токсичности для млекопитающих, птиц, рыб, ракообразных и др.

Основной источник проникновения эндрина в организм человека – продукты питания. Он повреждает репродуктивную систему, биоаккумулируется в рыбе и моллюсках.

Хлордан – инсектицид, который с 1950 по 1970 годы использовался в сельском хозяйстве США для защиты овощей, зерновых и масленичных культур, картофеля, сахарной свеклы, фруктов, орехов, хлопка, джута. С 1970 года его разрешили применять только для борьбы с термитами. Хлордан – светлая жидкость или густая масса, напоминающая по внешнему виду мед, почти без запаха. Технический продукт – вязкая жидкость от светло-желтого до бурого цвета. В воде не растворяется. Хорошо растворяется в большинстве органических растворителей. Хлордан запрещен в таких странах как: Австрия, Бельгия, Боливия, Бразилия, Россия, Чили, Колумбия, Коста-Рика, Дания, Доминиканская республика, ЕС, Кения, Корея, Ливан, Лихтенштейн, Мозамбик, Нидерланды, Норвегия, Панама, Парагвай, Филиппины, Польша, Португалия, Сингапур, Испания, Швеция, Швейцария, Тонго, Турция, Великобритания, Йемен и Югославия. Его использование частично запрещено или ограничено для несельскохозяйственного использования в Аргентине, Белизе, Болгарии, Канаде, Китае, на Кипре, в Египте, Гондурасе, Индонезии, Израиле, Мексике, Новой Зеландии, Южной Африке, Шри Ланке, США и Венесуэле.

Период полураспада хлордана в почве составляет приблизительно 1 год (по некоторым данным – 2-4 года). Хлордан может проникать в организм по пищевым цепям, но поскольку его использование крайне ограничено, это не самый распространенный путь. Перенос хлордана по воздуху может быть важным фактором его воздействия на население.

Мирекс – инсектицид, единственное вещество, которое оказалось надежным средством для борьбы с муравьем *Solenopsis invicta*. В Российской Федерации не применяется. В 1976 году, когда выяснилось, что он канцероген и является сердечным токсикантом, его запретили в США.

Токсафен использовался для борьбы с колорадским жуком и вредителями сахарной свеклы и гороха. Это сложная смесь нескольких сот соединений, которые образуются при хлорировании камфена.

Токсафен представляет собой воскообразное твердое вещество от светло- до темно-коричневого цвета со слабым запахом, размягчающееся при

нагревании до 70-90° С. Нерастворим в воде, хорошо растворяется в большинстве органических растворителей, особенно в ароматических углеводородах.

Токсафен широко применялся в США в 1960-1970 годах, особенно в южных штатах, для обработки посевов хлопчатника и сои. Пик приходится на 1972 год, когда было использовано 25 тыс. тонн этого вещества. В 1982 году последовал запрет на применение токсафена, но на самом деле его использовали еще и в 1986 году.

Для применения этого инсектицида всходы сельскохозяйственных культур опрыскивались препаратами, содержащими токсафен в количестве 0,8-1,5 кг/га. Считалось, что при этих нормах соединение полностью разлагается почвенными микроорганизмами за 0,5-2 года. Аналогично другим летучим пестицидам, токсафен способен распространяться по воздуху и поэтому его можно обнаружить в воздухе и почвах тех мест, где он ранее не использовался. Содержание токсафена в воздухе в некоторых местах зависит от сезонности. В почвах токсафен является одним из самых распространенных хлорсодержащих пестицидов. У рыб токсафен вызывает повреждение позвоночника. Позвонки становятся очень хрупкими и при резком движении легко ломаются, что приводит к параличу задней части тела и гибели рыб. В настоящее время он запрещен для применения во всех странах.

Гептахлор – инсектицид, использовавшийся для борьбы с насекомыми в почве. Им протравливали семена кукурузы и сахарной свеклы. В 1984 году в США было разрешено использовать его в смеси с хлорданом только для борьбы с муравьями в силовых трансформаторах. В Российской Федерации не применяется.

При использовании гептахлора было замечено, что под влиянием ультрафиолетовых лучей более 90% гептахлора после его распыления превращается в гептахлорэпоксидектон – ранее неизвестное химическое соединение, которое во много раз токсичнее исходного инсектицида. О его действии и возможном накоплении в природе можно будет сделать заключение только после подробных исследований [4].

Тяжелые металлы – это металлы с удельным весом свыше 4,5 г/см³. Среди них есть и жизненно необходимые для человека (цинк, железо, марганец, медь). По степени опасности для здоровья человека тяжелые металлы относятся к первым трем классам опасности:

I класс: кадмий, ртуть, бериллий, селен, свинец, цинк;

II класс: кобальт, хром, медь, молибден, никель, сурьма;

III класс: ванадий, барий, вольфрам, марганец, стронций.

Тяжелые металлы попадают в окружающую среду со сточными водами, газообразными отходами промышленных предприятий и ТЭЦ, выхлопами автотранспорта, в результате чего содержание их в атмосфере города в 5-20 раз выше, чем в атмосфере над лесным массивом, удаленном от города. Загрязнение почв тяжелыми металлами происходит также при внесении фосфорных удобрений, в которых они содержатся как примеси. Тяжелые

металлы могут подвергаться биологической концентрации, особенно в тканях рыб и грибов. Возможно повышенное содержание их в печени и почках домашних животных. Рассмотрим наиболее важные загрязняющие вещества этого класса [5].

Ртуть крайне слабо распространена в земной коре, однако удобна для добычи, так как концентрируется в сульфидных остатках, например, в виде киновари (HgS). В этом виде ртуть относительно безвредна, но атмосферные процессы, вулканическая и человеческая деятельность привели к тому, что в мировом океане накопилось около 50 млн.т этого металла. Естественный вынос ртути в океан в результате эрозии 5000 т/год, еще 5000 т/год ртути выносятся в результате человеческой деятельности.

Первоначально ртуть попадает в океан в виде Hg^{2+} , затем она взаимодействует с органическими веществами и с помощью анаэробных организмов переходит в токсичные вещества метилртуть CH_3Hg^+ и диметилртуть $CH_3 - Hg - CH_3$. Ртуть присутствует не только в гидросфере, но и в атмосфере, так как имеет относительно высокое давление паров.

Ртуть характеризуется малым временем пребывания в воде и быстро переходит в отложения в виде соединений с органическими веществами, находящимися в них. Поскольку ртуть адсорбируется отложениями, она может медленно освобождаться и растворяться в воде, что приводит к образованию источника хронического загрязнения, действующего длительное время после того, как исчезнет первоначальный источник загрязнения.

Мировое производство ртути в настоящее время составляет более 10000 т в год, большая часть этого количества используется в производстве хлора. Ртуть проникает в воздух в результате сжигания ископаемого топлива. Ртуть и ее соединения опасны для жизни. Метилртуть особенно опасна для животных и человека, так как она быстро переходит из крови в мозговую ткань, разрушая мозжечок и кору головного мозга. Клинические симптомы такого поражения – оцепенение, потеря ориентации в пространстве, потеря зрения. Симптомы ртутного отравления проявляются не сразу. Другим неприятным последствием отравления метилртутью является проникновение ртути в плаценту и накапливание ее в плоде, причем мать не испытывает при этом болезненных ощущений. Метилртуть оказывает тератогенное воздействие на человека.

Металлическая ртуть опасна, если ее проглотить и вдыхать ее пары. При этом у человека появляется металлический вкус во рту, тошнота, рвота, колики в животе, зубы чернеют и начинают крошиться. Пролитая ртуть разлетается на капельки и, если это произошло, ртуть должна быть тщательно собрана.

Неорганические соединения ртути практически нелетучи, поэтому опасность представляет попадание ртути внутрь организма через рот и кожу. Соли ртути разъедают кожу и слизистые оболочки тела. Попадание солей ртути внутрь организма вызывает воспаление зева, затрудненное глотание, оцепенение, рвоту, боли в животе.

У взрослого человека при попадании внутрь около 350 мг ртути может наступить смерть.

Загрязнение ртутью может быть уменьшено в результате запрещения производства и применения ряда продуктов. Нет сомнения, что загрязнение ртутью всегда будет острой проблемой. Но с введением строгого контроля за отходами производства, содержащими ртуть, а также за пищевыми продуктами можно уменьшить опасность отравления ртутью.

Свинец – содержание свинца в магматических породах позволяет отнести его к категории редких металлов. Он концентрируется в сульфидных породах, которые встречаются во многих местах в мире. Свинец легко выделить путем выплавки из руды. В природном состоянии он обнаруживается в основном в виде галенита (PbS).

Ежегодно в мире в результате воздействия атмосферных процессов мигрирует около 180 тыс. т свинца. При добыче и переработке свинцовых руд теряется более 20 % свинца. Даже на этих стадиях выделение свинца в среду обитания равно его количеству, попадающему в окружающую среду в результате воздействия на магматические породы атмосферных процессов.

Наиболее серьезным источником загрязнения среды обитания организмов свинцом являются выхлопы автомобильных двигателей. При движении автомобиля от 25 до 75% этого свинца в зависимости от условий движения выбрасывается в атмосферу. Основная его масса осаждается на землю, но и в воздухе остается заметная ее часть.

Свинцовая пыль не только покрывает обочины шоссе и почву внутри и вокруг промышленных городов.

Активными источниками загрязнения свинцом являются электростанции и бытовые печи, работающие на угле.

Источниками загрязнения свинцом в быту могут быть глиняная посуда, покрытая глазурью; свинец, содержащийся в красящих пигментах.

Неорганические его соединения нарушают обмен веществ и являются ингибиторами ферментов. Одним из наиболее коварных последствий действия неорганических соединений свинца считается его способность заменять кальций в костях и быть постоянным источником отравления в течение длительного времени. Биологический период полураспада свинца в костях – около 10 лет. Количество свинца, накопленного в костях, с возрастом увеличивается.

Органические соединения свинца считаются ещё более токсичными, чем неорганические.

Кадмий, цинк и медь являются наиболее важными металлами при изучении проблемы загрязнений, так они широко распространены в мире и обладают токсичными свойствами. Кадмий и цинк (так же как свинец и ртуть) обнаружены в основном в сульфидных осадках. В результате атмосферных процессов эти элементы легко попадают в океаны.

Около 1 млн. кг кадмия попадает в атмосферу ежегодно в результате деятельности заводов по его выплавке, что составляет около 45 % общего

загрязнения этим элементом. 52 % загрязнений попадают в результате сжигания или переработки изделий, содержащих кадмий. Кадмий обладает относительно высокой летучестью, поэтому он легко проникает в атмосферу. Источники загрязнения атмосферы цинком те же, что и кадмием.

Попадание кадмия в природные воды происходит в результате применения его в гальванических процессах и техники. Наиболее серьёзные источники загрязнения воды цинком – заводы по выплавке цинка и гальванические производства.

Потенциальным источником загрязнением кадмием являются удобрения. При этом кадмий внедряется в растения, употребляемые человеком в пищу, и в конце цепочки переходят в организм человека. Кадмий и цинк легко проникают в морскую воду и океан через сеть поверхностных и грунтовых вод.

Кадмий и цинк накапливаются в определённых органах животных (особенно в печени и в почках).

Цинк наименее токсичен из всех вышеперечисленных тяжёлых металлов. Тем не менее все элементы становятся токсичными, если попадают в избытке; цинк не является исключением. Физиологическое воздействие цинка заключается в действии его как активатора ферментов. В больших количествах он вызывает рвоту, эта доза составляет примерно 150 мг для взрослого человека.

При хроническом отравлении кадмием в моче появляется белок, повышается кровяное давление.

При исследовании присутствия кадмия в продуктах питания было выявлено, что выделения человеческого организма редко содержат столько же кадмия, сколько было поглощено. Единого мирового мнения относительно приемлемого безопасного содержания кадмия в пище сейчас нет.

Одним из эффективных путей предотвращения поступления кадмия и цинка в виде загрязнений состоит в введении контроля за содержанием этих металлов в выбросах плавильных заводов и других промышленных предприятий.

Кроме металлов, рассмотренных ранее, имеются и другие токсичные элементы, попадание которых в среду обитания организмов в результате деятельности людей вызывает серьёзное беспокойство [6].

Сурьма присутствует вместе с мышьяком в рудах, содержащих сульфиды металлов. Мировое производство сурьмы составляет около 70 т в год. Сурьма является компонентом сплавов, используется в производстве спичек, в чистом виде применяется в полупроводниках.

Токсическое действие сурьмы подобно мышьяку. Большие количества сурьмы вызывают рвоту, при хроническом отравлении сурьмой наступает расстройство пищеварительного тракта, сопровождаемое рвотой и понижением температуры. Мышьяк в природе присутствует в виде сульфатов. Его содержание в свинцово-цинковых концентратах около 1 %. Вследствие летучести он легко попадает в атмосферу.

Самыми сильными источниками загрязнения этим металлом являются гербициды (химические вещества для борьбы с сорными растениями), фунгициды (вещества для борьбы с грибными болезнями растений) и инсектициды (вещества для борьбы с вредными насекомыми).

По токсическим свойствам мышьяк относится к накапливающимся ядам. По степени токсичности следует различать элементарный мышьяк и его соединения. Элементарный мышьяк сравнительно мало ядовит, но обладает тератогенными свойствами. Вредное воздействие на наследственный материал оспаривается.

Соединения мышьяка медленно поглощаются через кожу, быстро всасываются через лёгкие и желудочно-кишечный тракт. Смертельная доза для человека – 0,15-0,3 г. Хроническое отравление вызывает нервные заболевания, слабость, онемение конечностей, зуд, потемнение кожи, атрофию костного мозга, изменения печени. Соединения мышьяка являются канцерогенными для человека.

Кобальт не является широко применяемым. Так, например, его используют в сталелитейной промышленности, в производстве полимеров. При попадании внутрь больших количеств кобальт отрицательно влияет на содержание гемоглобина в крови человека и может вызвать заболевания крови. Предполагают, что кобальт вызывает базедову болезнь.

Медь обнаруживают в сульфидных осадках вместе со свинцом, кадмием и цинком. Она присутствует в небольших количествах в цинковых концентратах и может переноситься на большие расстояния с воздухом и водой. Токсические свойства меди изучены гораздо меньше, чем те же свойства других элементов. Поглощение больших количеств меди человеком приводит к болезни Вильсона, при этом избыток меди откладывается в мозговой ткани, коже, печени, поджелудочной железе.

Природное содержание марганца в растениях, животных и почвах очень высоко. Основные области производства марганца – производство легированных сталей, сплавов, электрических батарей и других химических источников тока. Присутствие марганца в воздухе сверх нормы вредно влияет на организм человека, что выражается в прогрессирующем разрушении центральной нервной системы. Марганец относится ко II классу опасности [7].

Радиоактивное загрязнение за последние десятилетия стало качественно новой экологической проблемой. Эти загрязнения непосредственно затрагивают все сферы географической оболочки и все ее компоненты. Кроме того, они сохраняют свое негативное воздействие в течение длительного времени – десятков и сотен лет.

Основными источниками радиоактивного загрязнения природной среды являются производство и испытания ядерного оружия.

При ядерных взрывах образуются две группы радиоактивных изотопов.

К первой группе относятся изотопы с коротким периодом полураспада (Период полураспада – время, за которое первоначальное количество изотопов уменьшается вдвое) (иод-131, барий-140 и др.). Они создают наибольшую

опасность в ближайший период времени после взрыва и в непосредственной близости от места ядерного взрыва, так как за ограниченное время своего существования не успевают далеко распространиться [8].

Ко второй группе относятся изотопы с периодом полураспада от нескольких десятилетий до нескольких тысяч лет. Это, в частности, изотоп углерода – углерод-14 с периодом полураспада свыше 5 тыс. лет. Вместе с пищей углерод-14 попадает в животные и растительные организмы и постепенно накапливается в них. В результате внутреннее облучение возрастает, что чревато генетическими мутациями разного рода, в том числе и вредными, которые могут проявиться через несколько поколений.

К числу наиболее опасных долгоживущих продуктов ядерных взрывов относится изотоп стронция – стронций-90. Период его полураспада равен 28 годам. По своим химическим свойствам стронций близок к кальцию и поэтому замещает его в биологических процессах обмена веществ. С продуктами питания стронций-90 усваивается животными, накапливается в их костях. При значительных концентрациях стронция-90 может возникнуть угроза заболевания лейкемией. При нехватке в пище кальция потребность в нем удовлетворяется за счет стронция. Почвы разных типов отличаются по составу кальция. Поэтому при одинаковом количестве выпавшего после ядерного взрыва стронция-90 степень радиационной опасности в разных районах будет неодинаковой. Чем выше содержание кальция в почвах, тем меньшими относительными величинами будет характеризоваться их загрязнение стронцием-90, и наоборот. В северных районах Евразии, где преобладают дерново-подзолистые почвы с малым содержанием кальция, относительная концентрация в почве стронция-90 увеличивается значительно быстрее, чем в южных. В этих районах внесение кальция в почву при известковании имеет значение не только для повышения урожайности полей, но и как средство борьбы с загрязнениями среды стронцием-90. В ландшафтах, где господствуют кислые почвы, бедные кальцием, растения и животные отличаются повышенным содержанием стронция-90.

Близок к стронцию-90 по основным свойствам изотоп цезия – цезий-137. Его накопление в организме сопровождается тяжелыми последствиями – формированием наследственных дефектов, проявляющихся у последующих поколений.

В результате всех проведенных ядерных взрывов в биосферу попало огромное количество радиоактивных веществ, вследствие чего радиоактивный фон вырос в среднем на 3%. Этот новый уровень фоновой радиоактивности не представляет какой-либо опасности для живых организмов. Но в ряде регионов земного шара накопление антропогенных радиоактивных веществ может существенно превосходить средние величины и достигать критических размеров [9].

При наземных или воздушных ядерных взрывах радиоактивные вещества поднимаются высоко в воздух. Примерно 35-40% этих веществ попадает в тропосферу. В тропосфере они переносятся на большие расстояния и при этом

постепенно выпадают на землю с дождями и туманами. Их полное удаление из тропосферы осуществляется за период от 1 до 3 месяцев. Около 60% продуктов атомных взрывов попадает в стратосферу. Их удаление из стратосферы занимает гораздо больше времени – до 10 лет. Поэтому как бы далеко от мест ядерных взрывов ни находилась территория, она не будет защищена от радиоактивного загрязнения.

Большая часть радиоактивных веществ выпадает над морями и океанами, туда же радиоактивные вещества попадают с речными водами. В результате содержание радиоактивных веществ в Мировом океане все время растет. Основная их масса сосредотачивается в верхних толщах на глубинах до 200-300 м. Это особенно опасно, так как именно верхние слои Океана отличаются наибольшей биологической продуктивностью. Даже низкие концентрации радиоактивных изотопов наносят большой ущерб воспроизводству рыбы. Несмотря на значительное повышение содержания радиоактивных веществ в воде морей и океанов, их концентрация все еще остается в сотни раз ниже допустимой по международным стандартам для питьевой воды. Но опасность экологических нарушений все равно очень велика, так как значительная часть морских организмов способна аккумулировать радиоактивные изотопы в больших количествах. Поэтому во всех крупных портах рыбоприемки должен осуществляться тщательный радиационный контроль уловов [10].

Ядерные взрывы влияют не только на повышение уровня радиоактивного фона. Они, по-видимому, оказывают воздействие на метеорологические процессы. Анализ метеорологических и геофизических наблюдений свидетельствует об опосредованном влиянии ядерных взрывов на погоду в глобальном масштабе. Взрывы являются причиной изменения направления ветров, внезапных ливней, бурь и паводков. Все эти аномальные проявления атмосферных процессов чаще всего возникают не сразу, а через некоторое время после ядерных испытаний. Отечественными и американскими учеными установлено, что с 1945 г. электропроводность атмосферы значительно возросла. Последствиями этого явились климатические нарушения, в частности, усиление меридионального переноса воздушных масс.

Подземные ядерные взрывы в ряде случаев могут служить причиной крупных сейсмических нарушений. Если они проводятся в пределах геологических структур, находящихся в состоянии неустойчивого равновесия, то могут привести к землетрясениям.

Испытательные ядерные взрывы могут воздействовать на очень крупные геосистемы. Например, в Прикаспии за последние 30 лет было проведено 47 подземных ядерных взрывов в хозяйственных и военных целях. В результате произошла разгерметизация зон аномально высоких пластовых давлений и начал подниматься уровень подземных вод в верхних горизонтах. Постепенное прохождение через Каспийскую котловину волны тектонических деформаций, вызванной этими взрывами, привело к разгрузке в Каспий подземных вод в объеме от 40 до 60 км³ в год. Подобная разгрузка начала

происходить с 1978 г. По мнению некоторых ученых, это стало одной из причин (среди ряда других природных факторов) подъема уровня Каспия.

При ядерных взрывах возникает опасность нарушения озонового экрана Земли. Взрыв ядерной бомбы может сопровождаться разрушением верхних слоев озона. Это приведет к усилению интенсивности ультрафиолетового излучения, что может губительно сказаться на живых организмах [11].

1.2 Бенз(а)пирен как один из опасных загрязнителей

Бенз(а)пирен – относится к классу полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ), является веществом первого класса опасности.

Продукт неполного сгорания(пиролиза) органических соединений.

В окружающей среде скапливается в основном в почве, меньше в воде. Из почвы попадает в ткани растений и продолжает своё движение дальше в трофической цепи, при этом на каждой её ступени содержание бенз(а)пирена в природных объектах увеличивается на порядок.

Метод жидкостной хроматографии используется для контроля содержания бенз(а)пирена в природных продуктах.

Имеет сильную люминесценцию в видимой части спектра (в концентрированной серной кислоте – А 521 нм (470 нм); F 548 нм (493 нм)), что даёт выявить его в концентрациях до 0,01 миллиардных долей люминесцентными методами.

Так как бенз(а)пирен имеет свойство биоаккумуляция, он хоть и при малой концентрации, но опасен для человека, также он служит наиболее типичным химическим канцерогеном окружающей среды. Бенз(а)пирен может долго мигрировать из одних объектов в другие, потому что он химически сравнительно устойчивый. В итоге многие объекты и процессы окружающей среды, которые не имеют способность синтезировать бенз(а)пирен, становятся его вторичными источниками. Бенз(а)пирен также проявляет мутагенное действие [12].

Международная группа экспертов отнесла бенз(а)пирен к числу агентов, для которых имеются ограниченные доказательства их канцерогенного действия на людей и достоверные доказательства их канцерогенного действия на животных. Бенз(а)пирен был испытан на девяти видах животных, включая обезьян в экспериментальных исследованиях. Бенз(а)пирен может поступать в организм через органы дыхания, кожу, пищеварительный тракт и трансплацентарным путём. Удавалось произвести при всех этих способах воздействия злокачественные опухоли у животных.

Бенз(а)пирен из сотен полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) различного строения наиболее приоритетен для мониторинга, которые обнаружены в объектах окружающей среды.

Источники бенз(а)пирена:

–Основной источник – практически все производства, которые включают процессы горения (котельные, ТЭЦ, асфальтобитумные и нефтехимические

производства, пиролиз, производство алюминия). По тому же принципу источником бенз(а)пирена становятся и горящие свалки.

–Автомобильные выхлопы. Бенз(а)пирен образуется при сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания автомобиля. Это один из самых концентрированных “потоков” этого вещества, а учитывая количество машин в крупных городах, еще и самый масштабный в городе (при условии отсутствия крупных производств). Надо сказать, что в городах именно автомобильные выбросы – основной источник загрязнения воздуха, и не только бенз(а)пиреном.

–Табачный дым. В дыме от трех сигарет содержится примерно 110 нанограмм (10⁻⁹ грамм) бенз(а)пирена [13].

–Жареное. Жареное мясо – источник бенз(а)пирена в серьезных количествах. Все, что подвергается процессу обжарки, может его содержать – в том числе, например, кофе и какао-бобы.

–Копчености. Бенз(а)пирен будет присутствовать в любых продуктах (не только животного происхождения, но и, например, сухофруктах), которые готовят путем копчения, а не высушивания. Например, в начале 2014 года в латвийских шпротах предприятия SIA Randa Klavas был обнаружен бенз(а)пирен, в результате чего Россельхознадзор ввел режим усиленного лабораторного контроля в отношении компании.

–Рыба и морепродукты могут содержать дозы бенз(а)пирена, если были выловлены в зонах загрязнения воды нефтепродуктами.

–Все, что растет вдоль автомобильных трасс или в непосредственной близости к ним. Грибы, злаки и другие растения через почву способны получать дозы бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с выхлопными газами машин.

Как и все вещества бенз(а)пирен вступает в биосферный круговорот веществ, перемещается из воздуха в почву, из почвы в растения, из них в корма для животных, поступает в пищу человека, подвергается различным превращениям, в том числе и деструкции (например, под влиянием почвенных микроорганизмов или фотоокислителей). Бенз(а)пирен во всех средах почти не существует в молекулярно-дисперсном состоянии, как и большинство ПАУ, а взаимодействует с другими загрязнителями (с твердыми частицами атмосферной пыли в воздухе; с различными поверхностными компонентами в воде).

Распространение бенз(а)пирена в воздушной среде (тут самый большой интерес отображают приземные слои атмосферы, которые содержат огромную часть загрязнений) определяется удаленностью источника выброса от поверхности земли, дисперсностью частиц, на которых он сорбирован, и такими климатическими факторами, как влажность, атмосферные осадки, температура, ветер. В верхних слоях атмосферы остаётся мелкодисперсная пыль, в то время как частицы средней дисперсности (1 – 10 мкм) продолжительно персистируют в зоне дыхания человека, растительных и животных организмов. Более крупные частицы, размерами свыше 10 мкм,

благодаря седиментации и с осадками выпадают из воздуха и перемещаются в почву, воду, растения.

Транслокация бенз(а)пирена в водной среде содержит в себе как рекомбинацию между отдельными объектами (планктон, вода, донные отложения и др.), так и аккумуляцию живыми организмами и распространение с водой. Поступая в водоем бенз(а)пирен вместе с атмосферными осадками и промышленными стоками стремительно распространяется по его поверхности, формируя эмульсию, которая изменяет физико-химические показатели воды. Тончайшая пленка бенз(а)пирена отделяет воду от кислорода воздуха, что вызывает ухудшение газообмена, повышение температуры поверхностного слоя воды. Испаряясь с водой некоторая часть бенз(а)пирена может проникать и в атмосферный воздух. Основная же часть сорбированных на средне- и крупнодисперсных частицах бенз(а)пирена оседает на дно, образуя уровень загрязнения донных отложений, и попадает в растения. Поэтому концентрация бенз(а)пирена в донных отложениях существенно выше, чем в воде. Более того, донные отложения служат своеобразным депо для вторичного загрязнения воды описываемым углеводородом. Бенз(а)пирен, который попал в растения и фитопланктон аккумулируется в них и поступает в другие водные организмы. Концентрация бенз(а)пирена в верхних слоях пресноводных донных отложений очень сильно зависит от объёмов сжигания топлива, интенсивности транспортного движения, близости водоемов к промышленным центрам [14].

В основном бенз(а)пирен поступает в почву с атмосферными осадками. Отметим, что максимальное содержание бенз(а)пирена встречается в основном в поверхностных слоях почв. Это связано с тем, что гумусовые горизонты, которые содержат огромное количество органических веществ, обладают более высокой сорбционной способностью по отношению к бенз(а)пирену. Затем из почвы бенз(а)пирен поступает в подземные части растений, которые потом могут быть применены на корм скоту или человеком в пищу. Обычно содержание бенз(а)пирена в поверхностном слое почв сельских районов, которые находятся далеко от промышленных центров, не превышает 5–8 нг/г сухой массы. Земли загрязнены бенз(а)пиреном наиболее сильно в регионах, которые насыщены нефтеперерабатывающими предприятиями и нефтепромыслами, а также в местах аварий на нефтепроводах.

Когда бенз(а)пирен попадает в почву изменяется весь комплекс свойств, которые характеризуют её плодородие: формируется солонцовый процесс, сильно уменьшается содержание подвижных соединений фосфора и азота, изменяется к худшему водно-воздушный режим. При попадании в почву, бенз(а)пирен опускается вертикально вниз под действием гравитационных сил и распределяется вширь под действием капиллярных и поверхностных сил. Это вызывает нарушение сформировавшегося геохимического баланса в экосистеме. Скорость перемещения бенз(а)пирена в почве зависит от ее свойств и соотношения бенз(а)пирена, воды и воздуха. В загрязненных

почвенных горизонтах резко изменяется интенсивность окислительно-восстановительных ферментативных реакций, сокращается кислотность почвенного раствора. Распад бенз(а)пирена в почве связан с этими биологическими процессами, главнейшими деструкторами остатков которого у почвенных микроорганизмов являются ферменты дегидрогеназа и каталаза. Почвы, которые сильно загрязнены бенз(а)пиреном в них происходит снижение их активности из-за избытка органического вещества, обогащенного сероуглеродом и серой, которые служат ингибиторами этих ферментов.

Большинство почвенных микроорганизмов оказались высокочувствительными к действию бенз(а)пирена, что влияет на биологическую продуктивность почвы и изменяет сложившиеся микробиоценозы. Так внедрение в почву бенз(а)пирена в концентрациях 40–100 мкг/кг стимулирует размножение грибов и кишечной палочки, но резко угнетает рост сапрофитных микроорганизмов. Процесс разрушения бенз(а)пирена идет очень медленно, вследствие его малодоступности почвенным бактериям [15].

Бенз(а)пирен может накапливаться растениями попадая в подземные органы из почвы и в надземные части растений из атмосферы. Замечено, что содержание в растениях бенз(а)пирена намного выше в промышленных районах, чем у тех же видов, собранных в "чистых" районах, и превышает фоновый уровень. Лекарственные растения, которые растут в непосредственной близости от оживленных автомагистралей, содержат повышенное количество бенз(а)пирена.

Кроме накопления во всех объектах среды также происходят процессы трансформации бенз(а)пирена. Деградация бенз(а)пирена в воздухе происходит за счет воздействия УФ-излучения и различных фотооксидантов, прежде всего озона, а также окислов азота, акролеина формальдегида, органических перекисей, которые накапливаются в городской атмосфере. Деградация бенз(а)пирена в почве случается, как под влиянием ферментных систем микроорганизмов, так и ультрафиолета (поверхностный слой). Окислительная деградация бенз(а)пирена в воде и других ПАУ происходит под действием УФ-излучения (глубина проникновения зависит не только от интенсивности иррадиации, но и мутности воды, ее цветности, температуры и т.п.), микрофлоры водоема, а также под влиянием других химических соединений, которые поступают в эти водоемы.

Многие виды растений и животных способны накапливать бенз(а)пирен. Например, пресноводные и морские моллюски – мидии, устрицы, перловицы способны накапливать бенз(а)пирен в своем организме в большом количестве за счет того, что в них не случается (или случается замедленно) метаболизм бенз(а)пирена. Можно использовать моллюсков-фильтраторов в качестве биоиндикаторов загрязненности водной среды ПАУ. Промысловые рыбы служат наиболее оптимальными индикаторами накопления техногенных ПАУ и нефтяного загрязнения. Накопление бенз(а)пирена происходит в жабрах, печени, мышцах, костях. Тут надо

обратить внимание, что рыбы, которые ведут придонный образ питания и рыбы со значительным содержанием липидов в большей степени аккумулируют бенз(а)пирен.

Способность бенз(а)пирена к аккумуляции в различных объектах окружающей среды создаёт возможность загрязнения им пищевых продуктов и кормов, а, значит, поступления в организм человека [16].

Влияние бенз(а)пирена на живые организмы хорошо изучено многими учеными. Бенз(а)пирен в комплексе с другими ПАУ имеет способность усиливать размножение и рост ряда растений. Впервые это было представлено ещё 60 лет назад на водорослях *Obelia geniculata*. С того времени многочисленными исследованиями подтверждено, что бенз(а)пирен в малых концентрациях характеризуется ростостимулирующим действием. Своеобразный эффект отмечен и на низших позвоночных. При аппликации бенз(а)пирена на поверхность тела планарии возникали образования, которые могут быть истолкованы по-разному – как проявления канцерогенного, органогенного и тератогенного эффектов. Вообще, поскольку канцерогенное действие ПАУ было определено относительно рано (еще в те времена, когда чистые вещества этой группы не были синтезированы или выделены), то именно опухолеродное действие бенз(а)пирена, как одного из составляющих ПАУ, наиболее исследовано.

По оценке экспертов МАИР (Международное агентство по изучению рака) прямые эпидемиологические доказательства о канцерогенности ПАУ для человека отсутствуют и индикаторное вещество этого класса соединений – бенз(а)пирен отнесено к группе 2А, т.е. к категории потенциально опасных. Вместе с тем многие специалисты относят бенз(а)пирен к группе 1 – несомненным канцерогенам для людей. Кроме того, в разряд канцерогенов группы 1 включены также производственные процессы и отрасли промышленности, где определенные группы рабочих претерпевают экспозиции к ПАУ. Большинство таких факторов вызывают опухоли лёгких и кожи, имеются результаты эпидемиологических исследований, которые свидетельствуют об их возможности провоцировать также новообразования желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря, полости рта, гортани, почек, кроветворной системы. Во многих экспериментах представлено, что бенз(а)пирен оказывает содействие образованию опухолей, поражает нервную и дыхательную системы. Попадание спиртового раствора бенз(а)пирена на кожу мышей провоцирует развитие опухоли в течение 90-100 суток, внутримышечная инъекция вызывает быстрое развитие саркомы. Кроме того, что бенз(а)пирен служит причиной возникновения ряда онкологических заболеваний, он также приводит к нарушению нервной деятельности и способствует изменению состава крови. Известно также, что опухоли у человека вызывает в основном воздействие комплекса ПАУ (в присутствии бенз(а)пирена).

Бенз(а)пирен владеет мутагенным действием в комплексе с другими ПАУ. В частности, способствует появлению обратных и прямых мутаций у

тестерных штаммов бактерий, мутаций у дрозофилы, а также сестринские хроматидные обмены, хромосомные aberrации, точковые мутации *in vivo* и *in vitro*, и ряд других генетических изменений. Кроме того, бенз(а)пирен обладает тератогенным и эмбриотоксическим эффектами.

К ослаблению иммунной системы приводит постоянное поступление бенз(а)пирена в организм человека из окружающей среды, а также способствует развитию ряда хронических заболеваний нервной, дыхательной и пищеварительной систем. При экспозиции к бенз(а)пирену у людей в производственных условиях, в зависимости от способа контакта, могут возникать раздражение верхних дыхательных путей, язва желудка, дерматиты, а также повышен риск образования ишемической болезни сердца, хронических заболеваний легких и других нарушений респираторной системы. Например, колоссальный смог в Лондоне 5–13 декабря 1951 года унес 2850 жизней. В этом смоге содержание бенз(а)пирена составило до 222 мкг/100 куб.м.

Принимая во внимание способность бенз(а)пирена к аккумуляции, его убиквитарность в среде обитания человека, многоликость спровоцированных биологических эффектов, пребывание в разнообразных звеньях трофической цепи текущий поллютант можно приурочить к самым важным экологически опасным факторам, который инициируют злокачественное перерождение клеток и других патологических процессов организма [17].

1.3 Методы снижения содержания бенз(а)пирена и подобных загрязнителей в окружающей среде

Одна из целей предотвращения загрязнения – отсутствие вредных выбросов. Но даже отсутствие вредных выбросов не решает проблемы примесей, которые уже находятся в атмосфере или воде. Превентивные меры могут привести к полному прекращению вредных выбросов (в то время как методы контроля не дают такого эффекта ни в теории, ни на практике, как правило, из-за того, что они не навязываются сверху). Автомобильная промышленность, например, может быть экологически чистой, если нет вредных выбросов, отходы перерабатываются, а конечный продукт производства (автомобиль) может быть подвергнут переработке или многократному использованию. Таким образом уже был остановлен выброс определенных химических веществ. Органы управления считают полное прекращение вредных выбросов основным этапом на пути к снижению уровня загрязнения (что и отражено в законодательстве). Как показывает практика, прекращение выбросов вредных веществ действительно приводит к снижению уровня загрязнения. Например, 50% снижение уровня вредных выбросов в таком-то году. Это своего рода критерий, по которому можно оценивать эффективность программ по предотвращению загрязнения. Такие программы редко являются предметом

тщательного анализа, отсутствуют штрафные санкции за их невыполнение [17].

Основными методами предотвращения загрязнения являются:

- 1) Снижение использования определенных химических веществ
- 2) Замена токсичных веществ на нетоксичные или менее токсичные.

Примером использования данного метода может послужить замена синтетических красителей на красители на водной основе в печатной промышленности, органических растворителей на растворители на водной или кислой основе и, в некоторых случаях, замена минеральных жиров на растительные. Нехимическая замена осуществляется, к примеру, использованием технологий гранулирования вместо применения жидких растворителей; использование систем с горячей водой под высоким давлением вместо очистки каустической содой; в деревообрабатывающей промышленности – использование метода обжига вместо обработки пентахлорфенолами.

В любом случае необходимо проверить: действительно ли новые методики являются менее вредными, чем те, которые они заменили. Это как минимум соответствует здравому смыслу и является лучшим применением техники оценки степени токсичности химических веществ для классификации химиката и его потенциального заменителя.

3) Замена конечного продукта на менее токсичный или нетоксичный. Когда речь идет о замене одного вида сырья на другой, то есть изменениях в самом начале производственного процесса, необходимо принимать во внимание и возможные изменения конечного продукта производства.

Основные программы по производству более экологически безвредных продуктов – случай так называемой "экономической конверсии". Например, производство многоразовых батареек и использование эмалей на водной основе – меры, принимаемые в данной области. В любом случае необходим анализ для подтверждения экологической безопасности полученной продукции.

4) Замена составляющих производственного процесса на более экологически безопасные, что приводит к снижению использования токсичных веществ

5) Модернизация использования и обслуживания производственных систем, более тщательный контроль качества продукции. Принимаются меры по предотвращению возможных утечек - используются более надежные емкости с притертыми крышками.

6) Активное использование вторичного сырья. К примеру, некоторые операции по обезжириванию очень часто производятся на одной и той же поверхности. Можно более экономно использовать химикаты. Размораживающие жидкости иногда можно использовать вторично.

7) Применение циклических методов переработки в процессе производства. Строго говоря, при использовании данных методов вообще не бывает никаких вредных выбросов ни на рабочих местах, ни в окружающую

среду, нет слива загрязненной воды или выброса углекислого газа в атмосферу. В результате такого производства получается конечный продукт и только инертные или нетоксичные отходы. Поскольку при использовании данного метода отсутствуют вредные производственные выбросы, считается, что такие предприятия перерабатывают отходы в процессе производства.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЁ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

2.1 Природно-ресурсный потенциал Челябинской области

Природно-климатические условия. Особенности климата связаны с расположением Челябинской области в центральной части Евразии, на большом удалении от морей и океанов. На его формирование существенно влияют Уральские горы, создающие препятствия на пути движения западных воздушных масс.

Климат Челябинской области умеренно-континентальный. Зима продолжительная и холодная, средняя январская температура - 16-18° С. Лето теплое с периодически повторяющимися засухами. Средние июльские температуры изменяются с северо-запада на юго-восток от 17 до 20°С. Безморозный период продолжается 100-120 дней.

Атмосферные осадки распределяются неравномерно, наибольшее их количество выпадает в горах. Континентальность климата возрастает с северо-запада на юго-восток.

Климатические ресурсы Челябинской области обеспечивают в целом нормальные условия для проживания людей и развития многих видов хозяйственной деятельности [18].

Земельные ресурсы. Земельный фонд Челябинской области составляет 8,85 млн. гектаров, из них сельскохозяйственные угодья - 5,12 млн. гектаров, в том числе пашни занимают 2,9 млн. гектаров. Челябинская область с разнообразными видами черноземных почв занимает в России значительное место в производстве сельскохозяйственной продукции. Преобладающими почвами являются черноземы выщелоченные (1,6 млн. гектаров) и черноземы обыкновенные (1,36 млн. гектаров). Значительную площадь занимают солонцы (0,49 млн. гектаров) и серые лесные почвы (0,46 млн. гектаров).

Основными землепользователями в Челябинской области являются сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения. На их долю приходится 58,7 процента от общей площади территории Челябинской области.

Водные ресурсы. Челябинская область богата многочисленными реками и озерами, прудами и водохранилищами. Территория Челябинской области находится на водоразделе рек Камы, Урала и Тобола, поэтому здесь преобладают малые реки с небольшой водностью. Общая протяженность рек составляет около 18 тыс. километров. Наиболее крупные реки: Урал, Миасс, Юрюзань.

На территории Челябинской области расположено свыше 3 тысяч озер общей площадью 2125 кв. километров, крупнейшими из которых являются Большое Миассовое, Большой Еланчик, Большой Кисегач, Ильменское, Тургояк, Увильды, Иртяш, Кысыкуль и другие. Озеро Тургояк внесено в

картотеку примечательных ландшафтов страны и в список 100 ценнейших водоемов мира.

Преобладают малые озера. Наибольшей озерностью отличаются восточные предгорья, что связано с наличием многочисленных котловин тектонического происхождения.

Лесные ресурсы. Лесной фонд на территории Челябинской области составляет 2,9 млн. гектаров. Средняя лесистость по Челябинской области - 29,4 процента. Распределение леса в пределах Челябинской области крайне неравномерно и колеблется от 0,4 процента в Агаповском муниципальном районе до 84 процентов в Катав-Ивановском муниципальном районе. Основными лесобразующими породами являются береза, занимающая 52,8 процента от общей площади лесов, и сосна, покрывающая 24,3 процента лесного массива.

Лесная зона занимает всю горную северо-западную часть Челябинской области. Большая часть этой зоны относится к подзоне сосновых и березовых лесов, охватывающей преимущественно восточный склон и частично центральную часть горной системы Южного Урала. Это светлохвойные леса, представленные двумя основными породами, - сосной и березой, изредка встречаются клен, ильм и липа.

В подзоне южной тайги с темно-хвойными лесами преобладает ель и пихта. В целях сохранения темно-хвойных лесов созданы федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный парк "Таганай" и федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный парк "Зюраткуль" [19].

Минерально-сырьевая база. На территории Челябинской области имеются значительные запасы природных ресурсов. Преобладающая часть месторождений представлена рудами черных, цветных и благородных металлов, нерудным сырьем. В целом минерально-сырьевая база имеет металлургическую ориентацию. Кроме того, в области разведано 46 объектов бурого угля и ряд месторождений цементного, кварцевого сырья, фосфоритов, каолинов, талька, стекольных песков и других видов полезных ископаемых.

Месторождения бурого угля в Челябинской области расположены в Сугоякском, Козыревском, Копейском, Камышинском, Коркинском, Еманжелинском, Кичигинском и Тогузакском угленосных районах. Разведанные запасы Челябинского бурого угольного бассейна составляют более 500 млн. тонн. Право пользования недрами с целью добычи бурого угля предоставлено по трем месторождениям.

Железные руды сосредоточены в 24 разведанных месторождениях различных генетических типов. В разведанных и предварительно оцененных запасах железных руд Челябинской области ведущая роль принадлежит сидеритовым рудам. Доля высококачественных и технологичных магнетитовых руд и бурых железняков в запасах промышленных категорий невысока.

В распределенном фонде недр находится 8 месторождений. Наиболее значимыми по запасам являются месторождения скарново-магнетитовых руд: Малый Куйбас, Подотвальное и Теченское месторождения.

Важную роль в экономике играют сидеритовые руды и бурые железняки. Добыча железных руд на месторождениях Челябинской области ведется силами общества с ограниченной ответственностью "Бакальское рудоуправление" [19].

Кроме магнетитовых, сидеритовых и бурожелезняковых руд, в Челябинской области сосредоточены значительные запасы и прогнозные ресурсы титаномагнетитовых руд (Медведевское и Копанское месторождения), являющихся перспективными для получения железорудных концентратов. В настоящее время завершены разведочные работы на Суоямском участке.

На территории Челябинской области имеется ряд мелких месторождений хромовых руд, разрабатываемых открытым акционерным обществом "Челябинский электро-металлургический комбинат". Марганцевые руды представлены Трехгранным месторождением с балансовыми запасами 229 тыс. тонн.

В Челябинской области промышленное значение имеют колчеданные месторождения, руды которых кроме меди и цинка содержат золото, серебро и целый ряд редких металлов, а также серу и барит. Начинается освоение медно-порфировых месторождений.

Государственным балансом запасов на территории Челябинской области учтено 12 месторождений с общими разведанными запасами меди около 3 млн. тонн и цинка около 2 млн. тонн.

По территории Челябинской области государственным балансом учтено 52 месторождения золота.

Группа неметаллических полезных ископаемых на территории области представлена многочисленными месторождениями вермикулита, талька, графита, магнезита, огнеупорных глин, металлургического доломита, цементного сырья, фосфоритов и других нерудных полезных ископаемых.

Государственным балансом запасов по Челябинской области учтено 13 месторождений флюсовых известняков, из них в распределенном фонде недр находятся 6 объектов.

В Челябинской области учитываются 5 месторождений каолинов.

В Челябинской области имеются месторождения кварца и кварцитов: более 14 месторождений кварцевого сырья (в том числе гранулированный, молочно-белый жильный кварц, пьезооптический кварц, кристаллосырье и горный хрусталь) и 12 месторождений кварцитов.

Кроме этого, государственным балансом запасов по Челябинской области учитываются 3 месторождения магнезита, 1 месторождение нефелин-полевошпатового сырья, 10 месторождений формовочного сырья, 7 месторождений цементного сырья. Особый интерес представляют месторождения нефрита и демантоидов.

Челябинская область богата месторождениями строительного и облицовочного камня. Мировую известность приобрело Коелгинское месторождение мрамора.

В Челябинской области имеется более 100 месторождений торфа и около 70 месторождений сапропеля.

Челябинская область располагает месторождениями подземных (более 170 месторождений) и минеральных вод (7 месторождений), лечебных грязей (5 месторождений) [20].

2.2 Источники загрязнения окружающей среды

Вклад отраслей экономики в загрязнение воздушного бассейна.

Отраслями промышленности, загрязняющими атмосферный воздух жилых территорий Челябинской области являются: предприятия черной и цветной металлургии, топливно-энергетического комплекса, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, а также автомобильный транспорт.

Показатели выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников представлены в таблице 2.1 [21].

Таблица 2.1 – Показатели выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, тыс. т

Загрязняющие вещества	Выброшено в атмосферу	Уловлено и обезврежено
Всего, в том числе:	693,765	3 888,292
твердых веществ	149,731	3 788,036
жидких и газообразных веществ, из них:	544,033	100,256
диоксида серы	147,33	73,451
оксида углерода	293,396	22,569
оксидов азота	79,801	0,547
углеводородов (без ЛОС)	10,824	0,583
летучих органических соединений	9,92	1,522
прочих газообразных и жидких веществ	2,763	1,584

Перечень предприятий основных источников загрязнения атмосферного воздуха представлены в таблице 2.2 [21].

Таблица 2.2 – Перечень предприятий основных источников загрязнения атмосферного воздуха

Наименование предприятия	Ед. изм.	Объем валовых выбросов
ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»	тыс. т	220,521
Филиал ОАО «ОГК-2» – Троицкая ГРЭС	тыс. т	106,290
ОАО «Челябинский металлургический комбинат»	тыс. т	64,350
ОАО «Уфалейникель»	тыс. т	50,077

Окончание таблицы 2.2

Наименование предприятия	Ед. изм.	Объем валовых выбросов
Филиал ОАО «ОГК-3»- Южноуральская ГРЭС	тыс. т	30,926
ОАО «Фортум», филиал Аргаяшская ТЭЦ	тыс. т	22,598
ООО «Группа Магнезит»	тыс. т	20,690
ЗАО «Карабашмедь»	тыс. т	13,246
ЗАО «Катавский цемент»	тыс. т	12,601
ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат»	тыс. т	9,221
ОАО «Фортум», филиал Челябинская ТЭЦ-2	тыс. т	9,020
ОАО «Комбинат Магнезит»	тыс. т	7,625
Златоустовский агломерационный цех ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат»	тыс. т	6,349
ООО «Равис – Птицефабрика Сосновская»(осн. площадка)	тыс. т	6,216
ОАО «Челябинский цинковый завод»	тыс. т	6,008
ОАО «Фортум», филиал Челябинская ТЭЦ-1	тыс. т	5,679

На начало 2011 г. в области было 10 предприятий с источниками сверхнормативных выбросов.

В 2011 г. был организован контроль результатов выполнения предприятиями планов мероприятий поэтапного достижения предельно допустимых выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на селитебных территориях в зонах влияния 4-х предприятий: ЗАО «Карабашмедь», филиала ОАО «ОГК-2» – Троицкая ГРЭС, филиала ОАО «ЛафаржЦемент» («Уралцемент»), ОАО «ЧЭМК». В результате подтверждено достижение нормативов ПДВ предприятиями ЗАО «Карабашмедь» и филиала ОАО «ЛафаржЦемент» («Уралцемент»).

По данным Управления Росприроднадзора по Челябинской области общее количество субъектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих выбросы в Челябинской области – 2 018, из них установлены нормативы предельно допустимых выбросов 1 912 субъектам.

Информация о выбросах от автотранспорта в 2011 г. по Челябинской области приведена по данным ОАО «НИИ Атмосфера» (таблица 2.3) [21].

Таблица 2.3 – Показатели выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в атмосферный воздух

Наименование показателя	Ед. изм.	За 2011 г.
Количество зарегистрированных автотранспортных средств	шт.	1 022 918
Всего выбросов от автотранспорта по Челябинской области, в том числе:	тыс. т	327,5
Челябинск	тыс. т	94,9
Магнитогорск	тыс. т	27,8
Миасс	тыс. т	11,1

Окончание таблицы 2.3

Наименование показателя	Ед. изм.	За 2011 г.
Златоуст	тыс. т	8,9
Копейск	тыс. т	7,8
Озёрск	тыс. т	7,0
Троицк	тыс. т	4,3
Коркино	тыс. т	4,3

Вклад отраслей экономики в загрязнение водного бассейна.

По данным Нижне-Обского бассейнового водного управления общее количество субъектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих сбросы, составляет 183; из них установлены нормативы допустимых сбросов для 142 субъектов, не превысили нормативы годовых допустимых сбросов – 19 субъектов.

Перечень основных загрязнителей водных объектов по Челябинской области за 2011 г. представлен в таблице 2.4 [21].

Таблица 2.4. – Перечень предприятий – основных источников загрязнения водных объектов в 2011 г.

Наименование предприятия	Объем сбросов загрязненных сточных вод, всего, млн м ³	Объем сбросов загрязненных сточных вод без очистки, млн м ³	Основные сбрасываемые загрязняющие вещества	Количество сбрасываемого загрязняющего вещества, тыс. т
ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»	364,23	105,43	Взвешенные вещества, сухой остаток, кальций, магний, сульфаты, БПК _{полн} , нитраты, нитриты	222,2
МУП ПОВВ г. Челябинск	154,47	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, фосфаты, БПК _{полн}	101,659
МП трест «Водоканал» МО г. Магнитогорск	58,14	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, фосфаты, БПК _{полн}	50,456
ОАО «Челябинский металлургический комбинат»	24,76	0	Взвешенные вещества, сульфаты, нитраты, нитриты, фтор, хром, бенз(а)пирен	10,2

Продолжение таблицы 2.4

Наименование предприятия	Объем сбросов загрязненных сточных вод, всего, млн м ³	Объем сбросов загрязненных сточных вод без очистки, млн м ³	Основные сбрасываемые загрязняющие вещества	Количество сбрасываемого загрязняющего вещества, тыс. т
ОАО «Златоустовский металлургический завод»	22,65	9,65	Сухой остаток	1,3
ОАО «Миассводоканал»	16,03	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, фосфаты, БПК _{полн}	10,16
ОАО «Комбинат «Магнезит»	15,02	2,02	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды,	12,1
ООО «Златоустовский «Водоканал»	13,18	2,08	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, фосфаты, БПК _{полн}	4,25
ОАО «Фортум», в т.ч.	10,88	2,81	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, нитраты, нитриты, нефтепродукты, фтор, мышьяк	5,8
Филиал ОАО «Фортум» – Аргаяшская ТЭЦ	3,91	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, фтор, мышьяк, кальций, магний	2,07
Филиал ОАО «Фортум» – ТЭЦ-1	2,97	2,81	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды	1,9
Филиал ОАО «Фортум» – ТЭЦ-3	2,06	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды	1,5
Филиал ОАО «Фортум» – ЧГРЭС	1,47	0	Сухой остаток, сульфаты, хлориды	0,32

Окончание таблицы 2.4

Наименование предприятия	Объем сбросов загрязненных сточных вод, всего, млн м ³	Объем сбросов загрязненных сточных вод без очистки, млн м ³	Основные сбрасываемые загрязняющие вещества	Количество сбрасываемого загрязняющего вещества, тыс. т
Филиал ОАО «Фортум» – ТЭЦ-2	0,47	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды	0,48
МУП «Водоканал» г. Троицк	2,7	2,7	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, фосфаты, БПК _{полн}	3,15
ОАО «Челябинский цинковый завод»	2,37	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, магний, натрий	7,8
Филиал ОАО «ОГК-2» – Троицкая ГРЭС	1,76	0	Взвешенные вещества, сухой остаток	1,2
ОАО «Челябинский трубопрокатный завод»	0,45	0,18	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, кальций, калий	1,3
ОАО «Уфалейникель»	0,12	0	Взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды	0,06

Гигиена почвы. Почва в городах и прилегающих к ним сельских поселениях постоянно подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Загрязненная почва может стать источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха, водоемов, подземных вод, продуктов питания растительного происхождения и кормов животных, и тем самым влиять на эколого-гигиеническую обстановку в целом.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. удельный вес проб почвы в селитебной зоне населенных мест, не соответствующих нормативам по санитарно-химическим показателям увеличился на 26,1%.

Превышение среднего показателя по области по санитарно-химическому загрязнению почвы селитебной зоны (50,5%) отмечено в г. Челябинске.

Доля проб почвы, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов в селитебной зоне, превысила средний

показатель по области (33,4%) в городах Челябинск и Златоуст, Сосновском и Кусинском муниципальных районах.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. сократилась доля проб почвы, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию свинца с 8,1% до 3,9%.

Доля проб почвы в жилой зоне населенных мест, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию кадмия, в 2011 г. по сравнению с 2010 г. увеличилась с 0,26% до 1,0%.

Превышение среднего показателя по области (1,0%) по загрязнению почвы селитебной зоны кадмием отмечено в г. Челябинске и Кусинском муниципальном районе.

За период 2008-2010 гг. в пробах почвы селитебных территорий области ртуть не была обнаружена. В 2011 г. по сравнению с 2010 г. почва в жилой зоне населенных мест ухудшилась по содержанию ртути на 0,15%. В селитебной зоне г. Верхнеуральска в 1 пробе почвы обнаружена ртуть.

За последние 4 года в области в исследованных пробах почвы селитебных территорий пестицидов и агрохимикатов не обнаружено.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. отмечено увеличение проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям на 2,5%. Основными причинами микробного загрязнения почвы на территории жилой застройки продолжают оставаться: увеличение количества твердых бытовых отходов; несовершенство системы очистки населенных мест; изношенность и дефицит специализированных транспортных средств и контейнеров для сбора бытовых и пищевых отходов; отсутствие условий для мойки и дезинфекции мусоросборных контейнеров; отсутствие централизованной системы канализации в ряде населенных мест; неудовлетворительное состояние канализационных сетей; возникновение санкционированных свалок; низкая экологическая культура населения.

Доля проб почвы, не соответствующей гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, в 2011 г. по сравнению с 2010 г. уменьшилась на 0,25%. За период 2009-2011 гг. отмечается положительная тенденция по данному показателю.

Уровень биологического загрязнения почвы селитебных территорий ряда населенных пунктов области превышает средний областной показатель (1,1%).

Паразитологическому загрязнению почвы повсеместно способствуют: отсутствие систем централизованной канализации в целом ряде населенных мест; наличие в городских и сельских поселениях бродячих собак и кошек; выгул собак вне специально оборудованных для выгула площадках.

Почва является одним из основных факторов передачи геогельминтов. Удельный вес аскаридоза в сумме всех гельминтозов в 2011 г. в области составил 80,6%. Показатель заболеваемости аскаридозом составил 10,82 на 100 тыс. населения, что ниже уровня прошлого года в 1,12 раза. Дети до 17 лет

болеют чаще взрослых в 9,7 раз, показатель соответственно составил 39,85 и 4,12 на 100 тыс. населения.

Регистрируется спорадическая заболеваемость трихоцефалезом – 2 случая. Эпидемическая ситуация по геогельминтозам зависит от санитарного состояния территории и от зараженности плодоовощной продукции. В исследованных 569 пробах овощей и столовой зелени, яйца гельминтов не обнаружены. Наличие высокого риска заражения населения геогельминтозами подтверждается результатами санитарно-паразитологических исследований почвы: в селитебной зоне – 1,09% проб не соответствуют гигиеническим требованиям, в том числе на территории детских учреждений – 0,8%.

2.3 Методы контроля в Челябинской области

Министерство экологии Челябинской области в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, Уставом (Основным Законом) Челябинской области, законами Челябинской области, иными нормативными правовыми актами Челябинской области.

Министерство осуществляет свою деятельность во взаимодействии с федеральными органами исполнительной власти, их территориальными органами, Законодательным Собранием Челябинской области, органами исполнительной власти Челябинской области, органами местного самоуправления Челябинской области и иными организациями.

Министерство является специально уполномоченным органом исполнительной власти Челябинской области по регулированию использования и охране объектов животного мира и среды их обитания, а также по осуществлению федерального государственного надзора в области охраны и использования объектов животного мира и среды их обитания, за исключением объектов животного мира и среды их обитания, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, расположенных на территории Челябинской области.

Министерство является уполномоченным органом на осуществление регионального государственного экологического надзора при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, за исключением деятельности с использованием объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору, на территории Челябинской области. К отношениям, связанным с осуществлением регионального государственного экологического надзора, организацией и проведением проверок юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, применяются положения Федерального закона от 26 декабря 2008 года N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»,

и постановления Правительства Челябинской области от 21.12.2011 г. № 467-П «Об уполномоченном органе».

Основной задачей Министерства является выработка и реализация на территории Челябинской области государственной политики в области охраны окружающей среды, охраны, использования объектов животного мира и среды их обитания, обеспечения радиационной и экологической безопасности, особо охраняемых природных территорий регионального значения [22].

МУП "ГорЭкоЦентр" создано для комплексного решения задач экологической направленности и является муниципальным центром по обращению с отходами.

Направления деятельности:

–деятельность в сфере обращения с отходами на территории города Челябинска;

–сбор и вывоз твердых бытовых отходов;

–размещение твердых бытовых отходов на городской свалке;

–экологические проектно-консалтинговые услуги;

–экологический мониторинг атмосферного воздуха, почвы, поверхностных вод, состава отходов городской свалки;

–предоставление в аренду и сервисное обслуживание мобильных биотуалетов;

–ландшафтный дизайн;

–отлов безнадзорных животных [23].

Росприроднадзор – государственная служба контроля в сфере природопользования и экологической безопасности (Служба госконтроля) является подразделением Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей МПР России по Челябинской области и структурным подразделением Государственной службы контроля в сфере природопользования и экологической безопасности Министерства природных ресурсов Российской Федерации (приказ Министра природных ресурсов от 10.06. 2002 г. №354 "Об утверждении Положения о государственной службе контроля в сфере природопользования и экологической безопасности Министерства природных ресурсов").

С 2001г. сформирована и ведется база данных для организации и ведения регионального реестра объектов размещения отходов. База данных реестра объектов размещения отходов ведется по установленной МПР России форме, внесены характеристики 185-и действующих объектов размещения отходов Челябинской области.

Государственные инспектора службы государственного контроля в сфере природопользования и экологической безопасности в установленном законом порядке имеют право привлекать виновных в экологическом правонарушении граждан, юридических и должностных лиц к административной ответственности, предъявлять иски о возмещении ущерба, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека в результате нарушения

законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды [24].

Россельхознадзор – Управление Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) по Челябинской области является территориальным органом Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору.

Осуществляет функции по контролю и надзору в сфере ветеринарии, обращения лекарственных средств для ветеринарного применения, карантина и защиты растений, безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами при осуществлении государственного ветеринарного надзора, обеспечения плодородия почв, обеспечения качества и безопасности зерна, крупы, комбикормов и компонентов для их производства, побочных продуктов переработки зерна, семеноводства сельскохозяйственных растений, земельных отношений (в части, касающейся земель сельскохозяйственного назначения), функции по защите населения от болезней, общих для человека и животных (далее – закрепленная сфера деятельности), а также для реализации отдельных установленных законодательными и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации задач и функций Россельхознадзора.

Управление осуществляет полномочия в закрепленной сфере деятельности на территории Челябинской области.

Управление в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, нормативными правовыми актами Минсельхоза России, Положением о Федеральной службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.06.2004 № 327, приказами Россельхознадзора, Типовым положением о территориальном органе Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору, утвержденным приказом Минсельхоза России от 04.10.2012 № 527, и настоящим Положением.

Управление осуществляет возложенные на него полномочия непосредственно и во взаимодействии с другими территориальными управлениями Россельхознадзора, полномочным представителем Президента Российской Федерации в Уральском федеральном округе, территориальными органами других федеральных органов исполнительной власти, органами исполнительной власти Челябинской области, органами местного самоуправления, общественными объединениями, организациями и гражданами [25].

3 ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Объект исследования

Объектом наших исследований являлись пробы почв Челябинской области и пищевые продукты, такие как: хлеб, батон, колбаса, штрудель, масло подсолнечное, сельдь, скумбрия.

Исследования проб почв и пищевых продуктов по содержанию бенз(а)пирена проводились ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» в отделении физико-химических исследований в 2014 году.

Массовую долю бенз(а)пирена в пробах почв и продуктов питания определяли методом жидкостной хроматографии.

Жидкостный аналитический хроматограф представляет собой совокупность взаимодействующих систем, предназначенных для проведения анализов в оптимальном режиме хроматографического разделения. При этом современный жидкостный хроматограф включает в себя не только систему разделения, но и устройство для количественно измерения содержания каждого компонента, т.е. систему детектирования, вместе с системой обработки хроматографического сигнала.

Принципиальная блок-схема хроматографического комплекса представлена на рисунке 3.1.

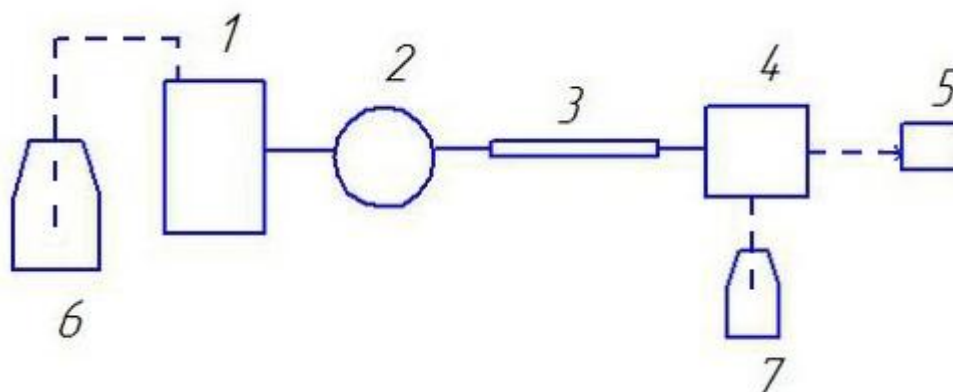


Рисунок 3.1 – Принципиальная блок-схема хроматографического комплекса

- 1–Насос для подачи подвижной фазы через хроматографическую колонку;
- 2–устройство для ввода пробы в колонку;
- 3–хроматографическая колонка;
- 4–детектор;
- 5–система сбора и обработки хроматографических данных;
- 6–ёмкость с подвижной фазой;
- 7–ёмкость для слива подвижной фазы.

3.2 Методика исследования

Определение бенз(а)пирена в почве.

Бенз(а)пирен в почве определяется согласно методики измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора.

Настоящий документ устанавливает методику количественного химического анализа проб почв, грунтов, твердых промышленных отходов для определения в них бенз(а)пирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием.

Метод измерения основан на экстракции бенз(а)пирена из пробы гексаном первого сорта, очистке полученного экстракта с применением твёрдо фазной экстракции(ТЭФ) и последующим флуориметрическим детектированием бенз(а)пирена после хроматографического разделения в изократическом режиме.

Отбор, хранение и предварительная подготовка проб почв по ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ Р ИСО 14507-2011. Пробы отбирают в стеклянную посуду и доставляют в лабораторию. Влажные образцы высушивают при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния [26]. Затем образец измельчают через сито с диаметром отверстий 1 мм [27].

Градуировка хроматографа. проводят один раз в год. В качестве образцов для градуировки используют растворы бенз(а)пирена с массовой концентрацией 5, 10, 50 мг/кг. Регистрируют не более двух хроматограмм каждого раствора, проверяют правильность автоматической разметки и, если необходимо, корректируют её, удаляют лишние пики. Далее проводят процедуру градуировки согласно Руководству пользователя к программному обеспечению хроматографа. Установленную градуировочную характеристику считают приемлемой, если вычисляемый по программе коэффициент корреляции не ниже 0,99, а относительное стандартное отклонение не превышает 5 %. Если хотя бы одно из указанных условий не выполняется, регистрацию хроматограмм повторяют.

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят ежедневно перед началом работы. Регистрируют хроматограмму и идентифицируют пики определяемого компонента, внося при необходимости программную коррекцию времени удерживания пика. Градуировочную характеристику признают стабильной, если выполняется условие

$$|C_K - C_0 \leq 0,1 * C_0|,$$

где C_K – массовая концентрация бенз(а)пирена в образце для контроля;

C_0 – значение массовой концентрации бенз(а)пирена в растворе, используемом для контроля стабильности градуировочной характеристики.

Если условие не выполняется, то процедуру контроля повторяют и при получении повторного неудовлетворительного результата контроля градуировку хроматографа проводят заново.

Подготовка пробы к анализу. Пробу массой 1 г помещают в 2 колбы, заливают 8 мл гексана 1 сорта. Образцы ставят в ультразвуковую ванну на 5 минут, там они интенсивно перемешиваются и происходит процесс десорбции бенз(а)пирена в гексан. После перемешивания дают, отстоятся образцам 10 минут. Затем отбирают 6 мл аликвоты. Добавляют к ней этилацетат 0,3 мл, перемешивают. Полученные пробы очищают методом твёрдофазной экстракции. После чего отдувают растворы от гексана и приливают 3 мл ацетонитрила. Проба готова для анализа [28].

Проведение измерений. Регистрируют хроматограммы концентратов пробы (каждого не менее двух раз) в тех же условиях, при которых была проведена градуировка хроматографа. Идентификацию бенз(а)пирена в пробе проводят по времени удерживания бенз(а)пирена в реальной пробе, которое должно совпадать с установленным в процессе измерений градуировочных растворов.

Обработка результатов измерений. Если бенз(а)пирен в пробе обнаружен, то массовую долю бенз(а)пирена в пробе вычисляют по формуле (1)

$$X = \frac{C * V}{m * h}, \quad (1)$$

где X – массовая доля бенз(а)пирена в пробе;

C – массовая концентрация бенз(а)пирена в концентрате пробы;

m – масса анализируемой пробы;

h – коэффициент прохождения бенз(а)пирена.

Оформление результатов измерений. Результат измерений представлен в виде $X \pm U$, где U – значение расширенной относительной неопределённости.

Определение бенз(а)пирена в пищевых продуктах.

Бенз(а)пирен в продуктах питания определяется согласно методики измерений массовой доли бенз(а)пирена методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ».

Настоящий документ утаниавливает методику измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах пищевых продуктах и продовольственного сырья, а также биологически активных добавок методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» в качестве флуориметрического детектора.

Метод измерений массовой доли бенз(а)пирена заключается в щелочном гидролизе пробы, экстракции гексаном бенз(а)пирена вместе с неомыляемой частью липидов, очистке экстракта, концентрировании и определении массовой концентрации бенз(а)пирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием.

Отбор и подготовка лабораторных проб пищевых продуктов производится в соответствии с нормативной документацией на данный вид продукции. Например, зёрна и продуктов его переработки по ГОСТ 13586.3-83 и ГОСТ 27668-88, проб мяскопчёностей по ГОСТ 9792-73, проб рыбокопчёностей по

ГОСТ 31339-2006, проб растительных масел по ГОСТ 5471-83. Лабораторную пробу гомогенизируют и отбирают на анализ навеску 5 г.

Градуировка хроматографа проводят один раз в год. В качестве образцов для градуировки используют растворы бенз(а)пирена с массовой концентрацией 5, 10, 50 мг/кг. Регистрируют не более двух хроматограмм каждого раствора, проверяют правильность автоматической разметки и, если необходимо, корректируют её, удаляют лишние пики. Далее проводят процедуру градуировки согласно Руководству пользователя к программному обеспечению хроматографа. Установленную градуировочную характеристику считают приемлемой, если вычисляемый по программе коэффициент корреляции не ниже 0,99, а относительное стандартное отклонение не превышает 5 %. Если хотя бы одно из указанных условий не выполняется, регистрацию хроматограмм повторяют.

Контроль стабильности градуировочной характеристики проводят ежедневно перед началом работы. Регистрируют хроматограмму и идентифицируют пики определяемого компонента, внося при необходимости программную коррекцию времени удерживания пика. Градуировочную характеристику признают стабильной, если выполняется условие

$$|C_K - C_0 \leq 0,1 * C_0|,$$

где C_K – массовая концентрация бенз(а)пирена в образце для контроля;

C_0 – значение массовой концентрации бенз(а)пирена в растворе, используемом для контроля стабильности градуировочной характеристики.

Если условие не выполняется, то процедуру контроля повторяют и при получении повторного неудовлетворительного результата контроля градуировку хроматографа проводят заново.

Подготовка пробы к анализу.

1) Щелочной гидролиз. В колбу помещают 5 г пробы, смачивают 2 мл дистиллированной воды, добавляют 25 мл раствора гидроксида калия. Колбу присоединяют к обратному холодильнику, нагревают в течение 30 минут. Полученный гидролизат фильтруют через воронку Бюхнера, после чего добавляют 40 мл фитиллированной воды.

2) Экстракция бенз(а)пирена. Полученный раствор экстрагируют 15 мл гексана. Гексановый экстракт промывают дистиллированной водой до достижения нейтральной среды.

3) Очистка экстракта. Добавляют к экстракту 2 раза по 15 мл диметилформамина. Бенз(а)пирен переходит в диметилформамид. Затем добавляют 30 мл воды. Потом добавляют 10 мл гексана. Экстракт пробы фильтруют через фильтр с предварительно насыпанным в него слоем безводного сульфата натрия. Полученный фильтрат упаривают в вакууме. Растворяют в 0,5 мл ацетонитрила. Проба готова к анализу [29].

Проведение измерений. Регистрируют хроматограммы концентратов пробы (каждого не менее двух раз) в тех же условиях, при которых была проведена градуировка хроматографа. Идентификацию бенз(а)пирена в пробе проводят по времени удерживания бенз(а)пирена в реальной пробе, которое

должно совпадать с установленным в процессе измерений градуировочных растворов.

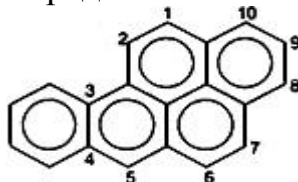
Обработка результатов измерений. Если бенз(а)пирен в пробе обнаружен, то массовую долю бенз(а)пирена в пробе вычисляют по формуле (1).

Оформление результатов измерений. Результат измерений представлен в виде $X \pm U$, где U – значение расширенной относительной неопределённости.

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ И ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

4.1 Химический состав бенз(а)пирена

Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен) относится к классу полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ), молярная масса 252, 32 г/моль. Структурная формула молекула представлена ниже.



Эти соединения (ПАУ) способны вступать в реакции замещения и присоединения. Для ПАУ характерны реакции электрофильного замещения. ПАУ не вступают в обычных условиях в реакции присоединения, что объясняется особенностью их электронного строения. В особых условиях ПАУ могут вступать в реакции присоединения, например, присоединение к бензольному кольцу галогенов может происходить под действием ультрафиолетового облучения, а присоединение водорода с образованием циклопарафиновых углеводородов может происходить в присутствии катализаторов при повышенной температуре.

ПАУ способны окисляться с образованием хинонов и карбоновых кислот; могут разлагаться под действием сильных концентрированных кислот, токов высокой частоты, ультразвука.

Бенз(а)пирен – вещество 1-го класса опасности, способное вызывать генные мутации и канцерогенез. Бенз(а)пирен является продуктом неполного сгорания (пиролиза) органических соединений, присутствует в продуктах переработки угля и нефти, встречается в больших количествах при производстве кокса и алюминия, в выхлопах автомобилей.

4.2 Исследование содержания бенз(а)пирена в почве

В основном бенз(а)пирен поступает в почву с атмосферными осадками. Отметим, что максимальное содержание бенз(а)пирена встречается в основном в поверхностных слоях почв. Это связано с тем, что гумусовые горизонты, которые содержат огромное количество органических веществ, обладают более высокой сорбционной способностью по отношению к бенз(а)пирену.

Когда бенз(а)пирен попадает в почву изменяется весь комплекс свойств, которые характеризуют её плодородие: формируется солонцовый процесс, сильно уменьшается содержание подвижных соединений фосфора и азота, изменяется к худшему водно-воздушный режим. При попадании в почву, бенз(а)пирен опускается вертикально вниз под действием гравитационных сил и распределяется вширь под действием капиллярных и поверхностных сил.

Это вызывает нарушение сформировавшегося геохимического баланса в экосистеме. Скорость перемещения бенз(а)пирена в почве зависит от ее свойств и соотношения бенз(а)пирена, воды и воздуха. В загрязненных почвенных горизонтах резко изменяется интенсивность окислительно-восстановительных ферментативных реакций, сокращается кислотность почвенного раствора. Распад бенз(а)пирена в почве связан с этими биологическими процессами, главнейшими деструкторами остатков которого у почвенных микроорганизмов являются ферменты дегидрогеназа и каталаза. Почвы, которые сильно загрязнены бенз(а)пиреном в них происходит снижение их активности из-за избытка органического вещества, обогащенного сероуглеродом и серой, которые служат ингибиторами этих ферментов.

Большинство почвенных микроорганизмов оказались высокочувствительными к действию бенз(а)пирена, что влияет на биологическую продуктивность почвы и изменяет сложившиеся микробиоценозы. Процесс разрушения бенз(а)пирена идет очень медленно, вследствие его малодоступности почвенным бактериям.

Бенз(а)пирен вместе с другими ПАУ оседает в частицах сажи и смолы на поверхности почвы.

Предельно допустимое содержание бенз(а)пирена в почве составляет 0,02 мг/кг с учётом фона (ГН 2.1.7.2041-06).

Анализ наших исследований содержания бенз(а)пирена в почве показал, что в большинстве проб превышено значение ПДК.

Результаты исследования представлены в таблице 4.1 и на рисунке 4.1.

Таблица 4.1 – Содержание бенз(а)пирена в почве

№ почвы	3,4-бенз(а)пирен, мг/кг	Δ
1	0,205	±0,057
2	0,041	±0,011
3	0,019	±0,007
4	менее 0,02	
5	0,044	±0,012
6	менее 0,02	
7	0,149	±0,042
8	0,023	±0,09

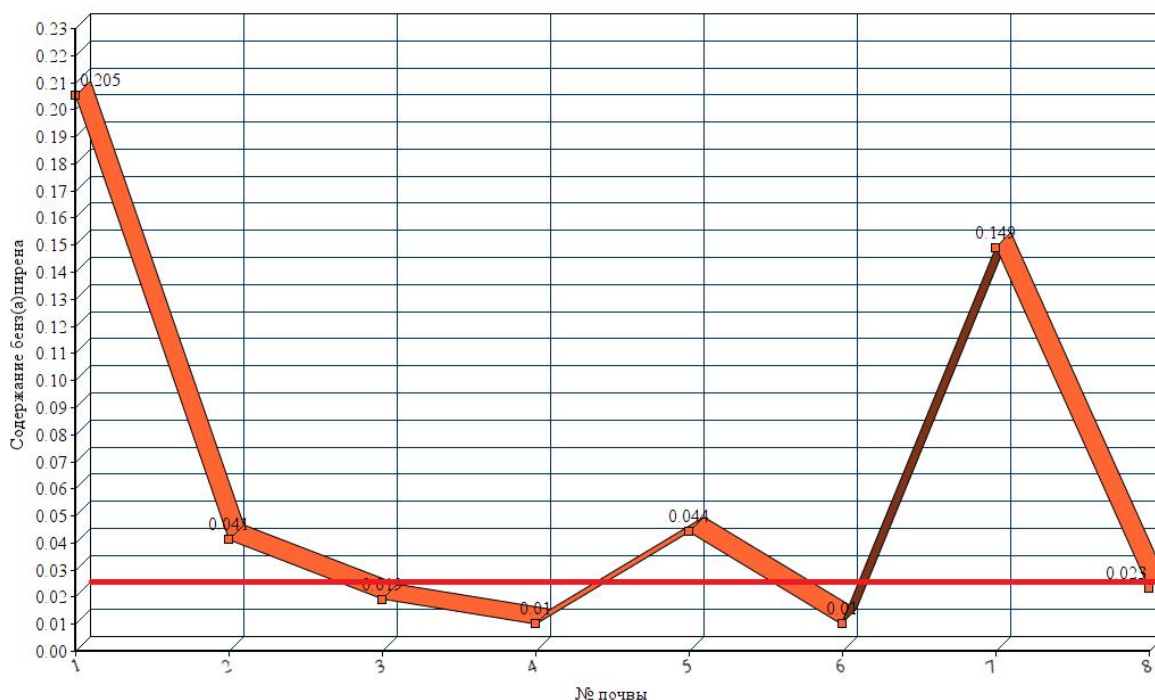


Рисунок 4.1 – Содержание бенз(а)пирена в почве

Как видно из таблицы 4.1 и рисунка 4.1 в пробе под №1 концентрация бенз(а)пирена превышает ПДК в 10 раз, в пробе под №2 и №5 в 2 раза, в пробе №7 в 7 раз. В пробах №3 и №8 незначительно превышено значение ПДК. А в пробах №4 и №6 значение ПДК не превышено.

4.3 Исследование содержания бенз(а)пирена в продуктах питания

Бенз(а)пирен из почвы попадает в растения, из последних в корма для животных и, наконец, попадает в пищу человека. Он является канцерогеном. Способен вызывать опухоли кожи и легких, имеются результаты эпидемиологических исследований, свидетельствующих об их возможности вызывать также новообразования мочевого пузыря, желудочно-кишечного тракта, кроветворной системы, почек, гортани и полости рта. Во многих экспериментах показано, что бенз(а)пирен способствует образованию опухолей, поражает дыхательную и нервную системы. Помимо того, что бенз(а)пирен провоцирует возникновение ряда онкологических заболеваний, он также способствует изменению состава крови, приводит к нарушению нервной деятельности.

Также бенз(а)пирен обладает мутагенным действием. В частности, индуцирует прямые и обратные мутации, а также сестринские хроматидные обмены, хромосомные aberrации, и ряд других генетических изменений.

Постоянное поступление бенз(а)пирена в организм человека из окружающей среды приводит к ослаблению иммунной системы, способствуя развитию ряда хронических заболеваний пищеварительной, дыхательной и

нервной систем. В производственных условиях при экспозиции к бенз(а)пирену у людей, в зависимости от способа контакта, могут возникать дерматиты, язва желудка, раздражение верхних дыхательных путей, а также повышен риск возникновения ишемической болезни сердца, хронических заболеваний легких и других нарушений респираторной системы.

Продукты, производство которых связано с процессом копчения (обработкой дымом), а также растительные масла, зерно продовольственное и продукты его переработки могут содержать бенз(а)пирен в результате нарушения технологии их производства.

Предельно допустимые концентрации бенз(а)пирена в пищевых продуктах представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Предельно допустимые концентрации бенз(а)пирена в пищевых продуктах

Группа продуктов	ПДК, мг/кг
Консервы и пресервы рыбные, рыба сушёная, вяленая, копчёная	0,005
Масла растительные	0,002
Мясосодержащие продукты	0,001
Хлебобулочные изделия	0,001

Результаты исследования содержания бенз(а)пирена в продуктах питания представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты исследования

Наименование продукта	3,4-бенз(а)пирен, мг/кг	Δ
Сельдь	0,000167	±0,000060
Хлеб роцинский	менее 0,001	
Батон фёдоровский	менее 0,001	
Колбаса южная	менее 0,001	
Штрудель	менее 0,001	
Масло подсолнечное	0,000162	±0,000058
Скумбрия	0,000206	±0,000074

Из результатов исследований можно сделать вывод, что во всех пробах продуктов питания значение ПДК не превышено.

5. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА

На образование бенз(а)пирена при сжигании различных топлив влияют конструктивные особенности и режимные параметры котлов.

Известно, что бенз(а)пирен является одним из продуктов пиролиза любого углеводородного топлива, поэтому он и другие ПАУ образуются в той или иной степени при всех процессах, связанных с термической переработкой топлива. В связи с этим основными источниками поступления ПАУ в атмосферу являются коксохимия, металлургия, автомобильный и авиатранспорт, а также в определенной степени теплоэнергетика.

Вопросы определения вклада объектов энергетики в общее загрязнение окружающей среды бенз(а)пиреном следует рассматривать в двух аспектах – это выбросы бенз(а)пирена котлами средней и большой мощности (свыше 25 МВт) и выбросы паровыми и водогрейными котлами малой мощности. В первом случае накоплен достаточно большой экспериментальный материал по содержанию бенз(а)пирена в продуктах сгорания газомазутных котлов при различных режимах сжигания топлива и в гораздо меньшей степени – для пылеугольных. Что же касается котлов малой мощности, то имеющиеся данные в этой области крайне ограничены и противоречивы.

1) Газомазутные котлы

Анализ имеющихся экспериментальных данных и представления о механизме образования бенз(а)пирена в процессах пиролиза топлива позволяют сделать вывод о том, что применительно к газомазутным котлам уровень выбросов бенз(а)пирена с уходящими газами определяется режимами сжигания топлива; конструкция котла играет при этом второстепенную роль. По данным большинства авторов, зависимость содержания бенз(а)пирена от режимных параметров такая же, как и для других продуктов неполного горения (сажа, СО).

В связи с этим очевидно, что определяющими режимными факторами для образования бенз(а)пирена являются коэффициент избытка воздуха в топке, температурный режим и условия смесеобразования.

Кроме того, выявлено, что применение на газомазутных котлах технологических методов подавления образования оксидов азота, связанных с замедлением процесса смесеобразования, снижением температуры факела и увеличением длительности горения, как правило, приводит к существенному росту образования бенз(а)пирена.

Установлено влияние следующих основных факторов на уровень содержания бенз(а)пирена в уходящих газах газомазутных котлов:

- теплонапряжения топочного объема;
- коэффициента избытка воздуха в топке;
- нагрузки котла;
- способа организации и степени подачи газов рециркуляции в топку котла;

–способа организации и степени подачи вторичного дутья при ступенчатом сжигании топлива;

–подачи влаги в топку для снижения образования оксидов азота;

–очистки конвективных поверхностей котла.

С другой стороны, как уже указывалось, основой технологических методов снижения выбросов оксидов азота, применяемых в настоящее время на котлах, являются процессы, связанные с замедлением процесса горения и приводящие, как правило, к росту образования бенз(а)пирена и других продуктов недожога.

Результаты большинства экспериментальных работ, проведенных на котлах, оборудованных различными схемами технологического подавления NO, показывают, что применение рециркуляции дымовых газов и организация многоступенчатого сжигания топлива вызывают существенное возрастание содержания бенз(а)пирена в продуктах сгорания. Так, на газомазутных котлах достижение максимальной эффективности снижения образования оксидов азота при одновременном применении указанных мероприятий сопровождается в среднем 5-6-кратным увеличением содержания бенз(а)пирена в уходящих газах.

Поскольку данные методы снижения выбросов NO на газомазутных котлах получили широкое распространение и в настоящее время являются для ТЭС практически единственно экономически доступными, их внедрение на котлах должно сопровождаться проведением комплексных работ по оптимизации топочных режимов для обеспечения допустимого уровня выбросов бенз(а)пирена в атмосферу.

Результаты проведенных в последнее время ВТИ такого рода исследований на котлах при сжигании мазута показывают, что только наладкой топочных устройств и оптимизацией процесса горения, в частности на котле ТГМ-96Б, при одновременном применении рециркуляции газов в горелки и двухступенчатого сжигания мазута удается достичь проектной эффективности снижения выбросов оксидов азота с увеличением содержания бенз(а)пирена в уходящих газах только в 2 раза без ухудшения технико-экономических показателей работы котла. При этом было показано, что косвенным критерием оценки оптимального ведения процесса сжигания топлива для указанных целей может служить незначительное содержание (до 10 мг/м³) или полное отсутствие СО в продуктах сгорания.

Из-за сложности проведения прямых измерений содержания бенз(а)пирена наличие оксида углерода в продуктах сгорания котлов, на которых применяются технологические методы снижения оксидов азота в определенной степени может служить индикатором превышения допустимых концентраций бенз(а)пирена в уходящих газах.

Вместе с тем известно, что нормативами допускается ведение топочных процессов с содержанием оксида углерода в продуктах сгорания газомазутных котлов до 300 мг/м³. По мнению авторов, на указанных котлах это недопустимо, и высказанные соображения могут служить основанием для

пересмотра действующих нормативов и уточнения границ применения технологических методов подавления оксидов азота.

Еще одним фактором, влияющим на уровень выбросов бенз(а)пирена от газомазутных котлов, является очистка конвективных поверхностей нагрева котлов. Отметим, что возрастание выбросов бенз(а)пирена во время работы устройств очистки конвективных поверхностей нагрева котла при сжигании жидкого топлива объясняется абсорбированием его паров на взвешенных частицах удаляемых отложений.

2) Пылеугольные котлы.

Содержание бенз(а)пирена в уходящих газах котлов при сжигании твердого топлива определяется следующими параметрами:

- калорийностью сжигаемого угля;
- конструкцией нижней части топки (твердое или жидкое шлакоудаление);
- коэффициентом избытка воздуха в топке;
- нагрузкой котла;
- типом золоуловителей и эффективностью их работы.

Исследования показывают, что влияние режимных факторов при пылевидном сжигании твердого топлива выражено в меньшей степени по сравнению с газомазутными котлами. Изменение избытка воздуха в топке существенно увеличивает образование бенз(а)пирена только в области предельно низких значений.

Отмечено влияние вида сжигаемого угля на степень образования бенз(а)пирена – при прочих равных условиях она пропорциональна калорийности топлива. Из конструктивных факторов на образование бенз(а)пирена влияет конструкция нижней части топки – для котлов с жидким шлакоудалением уровень его образования в среднем в 1,5 раза выше.

Применительно к котлам средней и большой мощности содержание – в уходящих газах определяется видом сжигаемого угля и эффективностью работы золоуловителей, поскольку по мере охлаждения продуктов сгорания по тракту котла и образования гетерогенных поверхностей золы и сажистых частиц происходит активная конденсация на них паров бенз(а)пирена. При этом очевидно, что абсорбция бенз(а)пирена происходит в основном на мелкодисперсных фракциях летучей золы, имеющих большую удельную поверхность, поэтому повышения степени улавливания бенз(а)пирена в золоуловителях можно достичь только увеличением эффективности улавливания в них тонких фракций золы. Ниже приведены ориентировочные данные по степени улавливания бенз(а)пирена в золоулавливающих устройствах различных типов

Содержание бенз(а)пирена в дымовых газах пылеугольных котлов до золоуловителей в среднем в 4 раза превышает выбросы котлов, сжигающих мазут, однако за счет улавливания бенз(а)пирена в золоуловителях его концентрация в уходящих газах снижается до значений, соизмеримых с уровнем аналогичных значений для ТЭС, сжигающих жидкое топливо.

Таким образом, можно считать, что при эффективной работе золоуловителей валовые выбросы бенз(а)пирена для мазутных и пылеугольных котлов одинаковой мощности примерно одинаковы, однако в ряде случаев условия рассеивания выбросов бенз(а)пирена для пылеугольных ТЭС хуже, поэтому они создают более высокое локальное загрязнение в районе их расположения.

Кроме того, следует принимать во внимание то, что большая часть бенз(а)пирена вместе с уловленной летучей золой поступает на золоотвалы. При этом происходит вторичное загрязнение почвы и поверхностных вод. Этой проблеме не уделяется должного внимания, и она требует отдельного изучения [29].

3) Котлы малой мощности

К ним отнесены паровые котлы производительностью менее 30 т/ч и водогрейные тепловой мощностью менее 25 МВт. В отличие от котлов средней и большой мощности, которыми оборудованы ТЭС и ТЭЦ, процессы сжигания топлива в малых котлах, используемых в бытовых и производственных котельных, исследованы в значительно меньшей степени.

Установлено, что из-за конструктивных особенностей котлов малой мощности и более низкой эффективности сжигания в них топлива уровень содержания бенз(а)пирена в продуктах сгорания значительно выше. Особенно это актуально для котлов, работающих на твердом топливе, так как они или оснащены малоэффективным газоочистным оборудованием, или не имеют его вообще.

Кроме того, использование в котельных устаревшего оборудования, отсутствие контроля за подготовкой топлива, кислородным балансом, недостаточная оснащённость системами КИПиА и, наконец, низкая квалификация обслуживающего персонала являются дополнительными факторами повышенного вклада данного парка котлов в общую эмиссию бенз(а)пирена при сжигании топлива.

Котельные, как правило, располагаются в жилой зоне, имеют низкие дымовые трубы и, соответственно, худшие условия рассеивания выбросов, поэтому они могут создавать в приземном слое воздуха концентрации бенз(а)пирена, превышающие предельно допустимое значение. Это подтверждается и данными работ по непосредственному определению содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе. Всеми авторами отмечается наличие локальных превышений уровня бенз(а)пирена вблизи отопительных котельных, особенно в зимнее время. По данным измерений, проведенных в Германии, вблизи малоэтажных зданий, отапливаемых местными угольными котельными, концентрация бенз(а)пирена и других ПАУ возрастала в 20 раз.

По данным Н.Я. Янышевой, содержание бенз(а)пирена в воздухе жилых районов с отопительными котельными достигает 3,5-5,0 нг/м³, что в 2-3 раза выше, чем в районах с централизованным теплоснабжением.

Поэтому вполне очевидно, что в последнее время для котлов малой мощности бенз(а)пирена включен в число вредных веществ, выбросы которых подлежат обязательному учету и нормированию.

Рекомендации по снижению выбросов бенз(а)пирена в атмосферу с уходящими газами котельных установок.

Исследования, проведенные на газомазутных котлах, показывают, что при применении на них технологических мероприятий по подавлению образования оксидов азота – рециркуляции и ступенчатого сжигания – происходит существенное (в 4-5 раз) увеличение содержания бенз(а)пирена в уходящих газах, особенно в области предельно низких избытков воздуха при появлении в дымовых газах продуктов химического недожога топлива.

Оптимизацией топочных режимов удается достичь максимальной эффективности технологических методов подавления оксидов азота при допустимом увеличении (в 1,5–2,3 раза) выбросов бенз(а)пирена. Основным условием ведения топочных процессов в этом случае должно быть отсутствие содержания оксида углерода в дымовых газах.

На пылеугольных котлах основным способом снижения выбросов бенз(а)пирена в атмосферу может быть повышение эффективности улавливания летучей золы в золоуловителях, особенно ее мелкодисперсных фракций, на которых наиболее активно сорбируется бенз(а)пирена по мере охлаждения продуктов сгорания по тракту котла.

Вместе с тем следует отметить, что в большинстве случаев расчеты рассеивания валовых выбросов бенз(а)пирена как для газомазутных, так и для пылеугольных котлов показывают, что его содержание в приземном слое воздуха не превышает 0,05 бенз(а)пирена, поэтому на основании действующих нормативных документов они не подлежат учету и нормированию.

Исключение могут составлять электростанции и ТЭЦ с изношенным и устаревшим котельно-топочным оборудованием, в основном пылеугольные, а также крупные котельные, расположенные в промышленных центрах с высоким фоновым загрязнением бенз(а)пирена, где местными природоохранными органами могут предъявляться более жесткие требования к источникам выбросов вредных веществ.

Суммируя сказанное, можно констатировать, что, хотя в настоящее время крупные котельные и тепловые электростанции не являются основными источниками поступления бенз(а)пирена в атмосферу, его высокая опасность требует внимания и осторожности при применении мероприятий, изменяющих режимы горения в топках котлов, например для снижения выбросов оксидов азота. Данные мероприятия следует прорабатывать так, чтобы выбросы бенз(а)пирена оставались в допустимых пределах [30].

Рассмотрен довольно большой перечень мероприятий режимного и технологического плана с указанием того, какое воздействие каждое из них может оказать на качество сжигания и размер выбросов вредных веществ, включая бенз(а)пирена. Основными из таких мероприятий являются:

–Повышение КПД котельных установок. Экономия топлива при повышении КПД котлов означает одновременно и снижение выбросов вредных веществ. Так, при сжигании угля повышение КПД на 1 % дает снижение степени образования ПАУ на 1,5 %. Абсолютное снижение эмиссии в масштабах города или региона в данном случае может оказаться существенным.

–Оборудование котельных КИП и автоматикой. Существенный фактор в работе отопительных котельных – устаревшее оборудование и многочисленные нарушения в технологии сжигания топлива. При сжигании угля почти не используется механизация и автоматизация. Часто отсутствуют элементарные приборы для контроля горения топлива (датчики разрежения в топке, температуры и т.п.). Один только факт отсутствия соответствующих приборов приводит, как считается, к снижению КПД котла на 3- 5 %. При этом повышенное разрежение в топке котла влечет за собой резкое увеличение содержания твердых частиц, которые, как указывалось, активно абсорбируют бенз(а)пирена и другие ПАУ. По оценке оборудование котельных системами КИП может дать снижение выбросов бенз(а)пирена более чем в 7 раз, а автоматизация и механизация топочных процессов - в 14 раз, хотя, по нашему мнению, данные утверждения чересчур оптимистичны.

–Оптимизация подачи воздуха на горение. Вопрос о влиянии избытка воздуха на образование бенз(а)пирена уже рассматривался ранее. Применительно к котлам малой мощности существенным является также время и место подачи окислителя. Например, при сжигании каменного угля на колосниковой решетке в режиме загрузки потребность в воздухе мала так же, как и при догорании топлива. В то же время максимальная подача воздуха должна быть обеспечена в период горения топлива для предотвращения образования сажи, СО и бенз(а)пирена . При сжигании жидкого топлива необходимо подать окислитель к корню факела и обеспечить качественное смешение топлива с воздухом.

При сжигании газа в случае двухступенчатого подвода воздуха исключить образование СО можно при избытке первичного воздуха и хорошей гомогенизации. Отсутствие сажи и СО, в горелках полного предварительного смешения. Перевод с подовых диффузионных горелок на инжекционные, снижает эмиссию бенз(а)пирена в 10-15 раз. Основной вывод заключается в том, что главным фактором в оптимизации подачи воздуха является качественное смешение его с топливом. Для твердого топлива это сжигание мелкофракционного (< 25-50 мм) угля, но не пыли, правильная эксплуатация и исправное оборудование, дробление топлива перед сжиганием. В целом указанные мероприятия могут дать снижение выбросов бенз(а)пирена в 7–10 раз при сжигании угля и в 5–10 раз – природного газа.

–Конструкция топочно-горелочных устройств. При эксплуатации котлов малой мощности часто возникают обстоятельства, когда установленные на них горелки не соответствуют ни типу, ни теплопроизводительности котла. При установке более мощных горелок они работают с пониженной нагрузкой,

в результате чего ухудшается перемешивание топлива с окислителем, повышается содержание в уходящих газах сажи, СО и бенз(а)пирена. При работе на твердом топливе улучшение конструкции означает перевод котла на механизированные топочные устройства непрерывного горения. При этом КПД котла повышается на 16%, достигая 77-81 %, исключается цикличность работы топки, что ликвидирует пик выброса вредных веществ, характерный для периода разогрева.

–Очистка продуктов сгорания. Очистка дымовых газов, обязательная при эксплуатации мощных котлов, далеко не всегда применяется в отопительных котельных. При объеме уходящих газов (15-150)10³ м³/ч должны использоваться батарейные циклоны. Данные золоуловители обеспечивают эффективность улавливания золы до 85 %. Вместе с тем они не улавливают частицы размером менее 3 мкм, которые наиболее опасны для здоровья человека. Хотя принципиально высокоэффективные технологии газоочистного оборудования для мелких котельных разработаны, на практике они применяются крайне редко из-за высокой стоимости оборудования. Основное направление в этой области – создание оборудования, сочетающего высокую эффективность очистки и малые капитальные затраты. Целесообразно также более широкое обследование выбросов БП от малых котлов с менее эффективным сжиганием топлива, чем на ТЭС, и при необходимости проведение работ по совершенствованию топочных режимов для данных котлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых нами исследований, можно сделать следующие выводы:

1. В представленных пробах почв №1, 2, 5 очень сильно превышено значение ПДК. В остальных пробах незначительное превышение или вообще нет превышения значения ПДК.

2. В продуктах питания, представленных на анализ, содержание бенз(а)пирена было в пределах ПДК.

3. Для снижения попадания бенз(а)пирена в окружающую среду и его движения по трофической цепи, а также в продуктах питания необходимо прежде всего совершенствовать технологии предприятий, которые являются источниками попадания бенз(а)пирена в окружающую среду, и соблюдать технологию производства продуктов питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общая экология: учебное пособие / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. Техн. Ун-та, 2010. – С. 62–65.
2. Природопользование. Словарь-справочник: учебное пособие / Н. Ф. Реймерс, Р.С. Семёнов. – М.: «Мысль», 1990. – С. 124–126.
3. <http://biofile.ru>
4. СОЗ: в опасности наше будущее / О. Сперанской. А. Киселёва. С. Юфита. – М.: «ЭКО-Согласие», 2003. – С. 27–35.
5. Тяжелые металлы в природных водах / Дж.В. Мур, С. Рамамурти. – М.: "Мир", 1987. – С. 67–72.
6. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: справ. изд. / В.А. Филова и др. – Л.: "Химия", 1988. – С. 105–109.
7. <http://www.ios.ru>
8. Геоэкология и природопользование: Учеб. для вузов / Н.Н. Родзевич. – М.: Дрофа, 2003. – С. 172–177.
9. Справочник по радиационной безопасности / Н.Ф. Козлов – М.: Энергоатом-издат, 1991. – С. 17–23.
10. Радиация: Дозы, эффекты, риск: Учебное пособие / Ю.А. Банникова. – М.: Мир, 1988. – С. 32–36.
11. Радиация и человек: Учеб. для вузов / Ю.В. Сивинцев – М.: Знание, 1987. – С. 113–122.
12. Количественное определение бензапирена в почвах с помощью низкотемпературной люминисценции / Л.И. Белых, А.Н. Киреева, А.Н. Смагунова, Ю.М. Малых. – Москва, 2000. – С. 5–27.
13. Оценка составляющих погрешности отбора проб газопылевых организованных выбросов в атмосферу при определении бензапирена: журнал аналитической химии / Л.И. Белых, Ю.М. Малых, А.Н. Смагунова, Э.Э. Пензина. – Москва, 2003. С. 216–224.
14. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении / Г.Г. Матишов. – Москва: Изд-во КНЦ РАН, 2003. – С. 504–516.
15. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека / Ю.П. Гичев. – Новосибирск: Наука, 2002. – С. 184–201.
16. Злокачественные новообразования в России в 2000 г. (Заболееваемость и смертность) / В.И. Чиссова. – Москва, 2002. С. 113–131.
17. География Челябинской области / Ф.Я. Кирин. – Челябинск: Южно-Уральское кн. изд., 1973. – С. 54–63.
18. Месторождения полезных ископаемых Урала / Л.А. Урядова. – Екатеринбург, 1999. – С. 45–50.
19. Постановление Законодательного Собрания Челябинской области от 26 марта 2014 г. N 1949 "О принятии Стратегии социально-экономического развития Челябинской области до 2020 года"

20. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2011 году / А. М. Галичина. – Челябинск, 2012. С. 54– 73.
21. <http://www.mineco174.ru/>
22. <http://www.ekocentr.ru/>
23. <http://chelindustry.ru/view2.php?idd=504&rr=10&i5=10>
24. <http://www.rsn-chel.ru/glavnaya-stranitsa/>
25. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб
26. ГОСТ Р ИСО 14507-2011. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ
27. МУК 4.1.1274-03. Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твёрдых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ». – М.:2012.
28. М 04-15-2009. Продукты пищевые и продовольственное сырье, БАД. Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «ЛЮМАХРОМ». – М.:2012.
29. Курс инженерной экологии: учебник для вузов / И.И. Мазур, О.И. Молданов. – Москва, 1999. – С. 213–217.
30. Промышленная экология: учебное пособие для вузов / В.Г. Калыгин. – Москва, 2001. – С. 45–50.