

ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА



**Проект 1:** инновационная среда университета в регионе и эффективное управление

**Цель:** развитие инноваций и инновационных образовательных программ на основе интеграции образования, науки и бизнеса для организации подготовки и переподготовки кадров по широкому спектру специальностей и направлений.

---

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Владимирский государственный университет

Н. Н. СМИРНОВА

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ХИМИЧЕСКАЯ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

В двух частях

Часть 2

Учебное издание

СМИРНОВА Наталья Николаевна

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ХИМИЧЕСКАЯ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»

Часть 2

Подписано в печать 06.06.08.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 3,49. Тираж 75 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.

Владимир 2008

УДК 574  
ББК 20.1я 73  
С50

Рецензенты:

Доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой химии  
Владимирского государственного педагогического университета  
*Н.П. Ларионов*

Кандидат химических наук, доцент кафедры химии  
Владимирского государственного педагогического университета  
*С.Ю. Морев*

Печатается по решению редакционного совета  
Владимирского государственного университета

**Смирнова, Н. Н.**

С50 Лабораторный практикум по дисциплине «Химическая и экологическая экспертиза». В 2 ч. Ч. 2 / Н. Н. Смирнова ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 60 с.  
ISBN 978-5-89368-855-9

Систематизирует методику проведения лабораторных занятий при изучении второй части курса «Химическая и экологическая экспертиза».

Предназначен для студентов 4-го курса дневного отделения специальности 020101 – химия.

Табл. 8. Библиогр.: 10 назв.

УДК 574  
ББК 20. 1я 73

ISBN 978-5-89368-855-9

© Владимирский государственный университет, 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лабораторная работа № 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВ ПОЧВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ .....	5
Лабораторная работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ХЛОРА В ВОЗДУХЕ ЛАБОРАТОРИИ .....	18
Лабораторная работа № 3. ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ, ОЦЕНКА КИСЛОТНО- ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ .....	23
Лабораторная работа № 4 - 5. АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ.....	28
Лабораторная работа № 6. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ПРЕДПРИЯТИЯ .....	38
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	44
Приложения .....	46
Библиографический список.....	58

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экология : учеб пособие / под ред. проф. В. В. Денисова. – М. : МарТ, Ростов н/Д, 2004. – 672 с. – ISBN 5-241-00139-5.
2. Донченко, В. К. Экологическая экспертиза : учеб. пособие / В. К. Донченко [и др.] ; под ред. В. М. Питулько. – М. : Академия, 2004. – 480 с. – ISBN 5-7695-1441-8.
3. Голдовская, Л. Ф. Химия окружающей среды : учеб. для вузов / Л. Ф. Голдовская. – М. : Мир, 2005. – 296 с. – ISBN 5-03-003649-0.
4. Салова, Т. Ю. Основы экологии. Аудит и экспертиза техники и технологии : учеб. для вузов / Т. Ю. Салова [и др.]. – СПб. : Лань, 2004. – 336 с. – ISBN 5-8114-0575-8.
5. Исидоров, В. А. Экологическая химия : учеб. пособие для вузов / В. А. Исидоров. – СПб. : Химиздат, 2001. – 304 с. – ISBN 5-7245-1068-5.
6. Митричев, В. С. Основы криминалистического исследования материалов, веществ и изделий из них : учеб. пособие / В. С. Митричев, В. Н. Хрусталева. – СПб. : Питер, 2003. – 591 с. – ISBN 5-314-00137-3.
7. Куклев, Ю. И. Физическая экология : учеб. пособие / Ю. И. Куклев. – М. : Высш. шк., 2003. – 357 с. – ISBN 5-06-003829-7.
8. Шалыбеков, А. М. Природные заказники / А. М. Шалыбеков, К. В. Строчевой. – М., 1985. – 298 с.
9. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1979. – 480 с.
10. Артеменко, А. И. Справочное руководство по химии / А. И. Артеменко, В. И. Тикунова, В. А. Малеванный. – М. : Высш. шк., 2003. – 367 с. – ISBN 5-06-004098-4.

## ВВЕДЕНИЕ

Экологическая экспертиза – одна из составляющих курса химической и экологической экспертизы для студентов дневного обучения специальности 020101 – химия.

Эта часть курса объединяет разделы классической экологии («Нормирование качества окружающей природной среды», «Система управления качеством окружающей природной среды»), экологической химии («Классификация загрязняющих веществ по характеру воздействия на живые организмы»), физико-химических методов анализа («Средства контроля качества окружающей природной среды») и экологической экспертизы как составной части экологической оценки намечаемой деятельности, используемой в настоящее время практически всеми странами мира и многими международными организациями («Оценка воздействия на окружающую природную среду намечаемой хозяйственной деятельности», «Государственная и общественная экологическая экспертиза»).

В России понятие об экологической оценке возникло в 70-е гг. XX в. сначала в виде экологически ориентированных правил планирования и проектирования, а затем как условия природопользования и экологического лицензирования.

Непосредственными предшественниками российской системы экологической оценки явились привила проектирования, территориальные комплексные системы охраны природы и разрешения на отдельные виды природопользования, а также ведомственные и межведомственные экспертизы.

В основу методологии экологической оценки положены три принципа: превентивность, комплексность и демократичность.

В соответствии с современными требованиями процесс экологической оценки должен начинаться на самых ранних стадиях разработки проекта и проходить параллельно с процессом проектирования. Результаты экологической оценки проекта используются как для «обоснования» уже принятых проектных решений и разработки специальных природоохранных мероприятий, так и для принятия ключевых решений по выбору технологии и места размещения объекта.

Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду являются основными составляющими экологической оценки в России.

Размер платежей за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду и размещение отходов, тыс. руб.

Показатель	2007 г.	2008 г.
Выброс в атмосферу загрязняющих веществ		
В пределах установленных лимитов, план/факт		
За превышение допустимых лимитов		
Штрафы за аварийные выбросы		
Сброс в водные объекты загрязняющих веществ		
В пределах установленных лимитов, план/факт		
За превышение допустимых лимитов		
Штрафы за аварийные сбросы		
Размещение (захоронение) отходов		
В пределах установленных лимитов, план/факт		
За превышение допустимых лимитов		
Штрафы за аварийные выбросы		
Общая сумма платы		
В пределах установленных лимитов, план/факт		
За превышение допустимых лимитов		
Штрафы за аварийные выбросы		
Платежи за сверхнормативное использование и потери природных ресурсов и получаемого из них сырья		
Средства, взыскиваемые в возмещение ущерба, причиненного государству нарушением природоохранного законодательства в результате хозяйственной деятельности предприятия		
Всего за год		

Сведения о рекультивации нарушенных земель  
и снятии нарушенного слоя почв, га

Нарушено земель, всего	Отработано нарушенных земель	Рекультивировано земель			Всего		Улучшено, в том числе		Использовано, тыс.м <sup>3</sup>	Заскларовано, тыс.м <sup>3</sup>
		Всего	Под пашню	Под другие угодья	S, м <sup>2</sup>	V, м <sup>3</sup>	Пашен	Других угодий		

Сведения о транспорте предприятия

Группа транспортных средств	Количество, шт.	Средний годовой пробег, км/г.	Общий пробег, млн км/г.	Коэффициент учета роста парка	Удельные выбросы, г/км				Годовой выброс, т/г.
					CO	NO <sub>x</sub>	CH	Пары топлива	
Грузовые и специальные машины с двигателями									
Бензиновыми									
Дизельными									
Газобаллонными									
Автобусы с двигателями									
Бензиновыми									
Дизельными									
Газобаллонными									
Легковые служебные и специальные									
Другие									

**Лабораторная работа № 1**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВ**  
**ПОЧВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Цель работы:**

*Выработать умения и навыки исследования веществ почвенного происхождения.*

Почва – самостоятельное естественно-историческое органо-минеральное природное тело, возникшее в результате воздействия живых и мертвых организмов, а также природных вод на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа.

Почвы характеризуются закономерным строением вертикального профиля, особой морфологией, химическим составом, физическими и биологическими свойствами слагающих горизонтов, а также особым характером процессов превращения и перемещения веществ.

Существует несколько различных классификаций почв. В нашей стране принята генетическая классификация (по происхождению), в соответствии с которой почвы делятся на типы, подтипы, рода, виды, разновидности.

К одному и тому же типу относят почвы, формирующиеся в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях. На территории нашей страны выделено около 100 типов почв (мерзлотно-таежные, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые, сероземные, почвы горных областей, почвы пойм и т.д.).

Подтипы почв выделяются с учетом степени выраженности основного процесса почвообразования. Выделяют три основных типа почвообразовательных процессов:

- превращение минеральной части почвенной массы;
- превращение органической части почвенной массы (гумусонакопление, торфонакопление и т.д.);
- превращение и движение минеральных и органо-минеральных продуктов почвенной массы (засоление, выщелачивание, оподзоливание и т.д.).

Характеристикой, определяющей подтип почв, является ее цвет, связанный с особенностями почвообразования. Например, каштановые почвы делят на темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые.

Образование родов почв связано с изменением их химического и гранулометрического составов внутри типов и подтипов, которые, в свою очередь, определяются особенностями почвообразующей породы, химическим составом грунтовых вод и т.д.

Вид почвы связан со степенью развития почвообразующих процессов: степенью оподзоленности и засоленности, количеством гумуса, мощностью горизонта и пр. Например, по содержанию гумуса обыкновенный чернозем подразделяют на мало- и среднегумусный.

Гранулометрический (механический) состав почв лежит в основе деления их на разновидности. Например, чернозем (тип) южный (подтип) среднегумусный (вид) суглинистый (разновидность).

Показатели, определяющие широкую разновидность почв и позволяющие отличить почвы от почвообразующей породы и одну почву от другой, определяют их морфологические признаки. К основным морфологическим признакам относятся: строение почвы, окраска (цвет), механический состав, структура, новообразования, включения.

Окраска почвы определяется ее химическим и минералогическим составом и зависит от процессов, протекающих в почве. Большинство почв получило свое название в соответствии с окраской: чернозем, подзол, краснозем, серозем и т.д. При формировании окраски основную роль играют следующие три группы соединений:

- гумус;
- соединения железа и марганца;
- кремниевая кислота и карбонат кальция.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую и серую окраску. Черная окраска может быть связана также со скоплениями оксидов марганца, магнетита ( $Fe_3O_4$ ), сернистого железа, древесного угля. Соединения оксидов железа придают почве красную, оранжевую и желтую окраску. Кремниевая кислота и карбонат кальция приводят к появлению белой и белесой окраски. Гипс и легкорастворимые соли натрия (хлориды, сульфаты) также придают почве белесоватые оттенки. Бурая окраска характерна для глинистых почв с повышенным содержанием иллита, слюдистых минералов с различным содержанием гидратированных оксидов железа. Иногда встреча-

### Норматив платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов, тыс. руб.

Утвержденные лимиты на вещество	Вещество	Плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ		Номер источников выбросов	Параметры газовой смеси на выходе из источников выбросов		КПД, %		Капитальные вложения, тыс. руб.	Наименование пылегазоулавливающего оборудования
		Допустимые выбросы, усл.т	За превышение допустимых выбросов		Объем, м <sup>3</sup> /с	Температура, °С	Проект	Факт		
Выброс в атмосферу										
Сброс в водоемы										
Размещение отходов										

### Характеристика полигонов и накопителей, предназначенных для захоронения (складирования) отходов

Наименование накопителя и район размещения	Площадь, га	Размер ССЗ, м	Мощность, тыс.т/г.	Срок службы	Характеристика противопожарных экранов	Характеристика систем сброса вод	Системы контроля ОПС	Виды отходов	Затраты на захоронение, тыс.руб.

### Характеристика очистных сооружений

Год	Очистное сооружение, метод очистки	Пропускная способность, м <sup>3</sup> /г.		Эффективность очистки						
		Проект	Факт	Ингредиент		Средняя концентрация (проектируемая)		Средняя концентрация (фактическая)		
				Наименование	Код	Поступило, мг/л	Сброшено, мг/л	Поступило, мг/л	Сброшено, мг/л	

### Характеристика водооборотных систем (ВОС)

Номер ВОС	Наименование цехов	ВОС				Повторные системы				Примечание
		Расход м <sup>3</sup> /г.	Расход подпитки м <sup>3</sup> /г.	Тип охлаждаемых систем	Характеристика подготовки воды	Использование воды		Расход тыс.м <sup>3</sup> /г.		
						Первичное	Вторичное	Проект	Факт	

### Характеристика отходов, образующихся на предприятии

Наименование отхода	Код	Технологический процесс	Класс опасности	Физико-химическая характеристика отходов	Наличие отходов в захоронении	Всего	Передано другим организациям	Использовано	Обезврежено	Захороняются на полигонах	Периодичность вывоза	Причины неиспользования	Допустимая масса, усл.т/г.	Превышение, усл.т/г.

ется синяя окраска почв, например, в некоторых видах северных болот. Производная от нее – сизая окраска – характерна для большинства болотных и полуболотных почв и связана с присутствием специфических минералов, содержащих оксид железа (II).

Почвенные новообразования связаны с выделением и скоплением различных веществ, создаваемых в почвенной толще в процессе почвообразования. Новообразования могут быть химического и биологического происхождения.

Среди новообразований химического происхождения наиболее часто встречаются:

- выделения карбоната кальция белого и грязно-белого цветов в форме карбонатной плесени, карбонатных трубочек и «белоглазки» – бесформенных белых скоплений извести;

- беловатые скопления легкорастворимых солей – хлоридов и сульфатов в виде белой мучнистой присыпки на поверхности почв солонцово-солончакового рода;

- белые выделения сульфата кальция, встречающиеся в солончаках в форме налетов или прожилок;

- красно-бурые, розовые, желтые, грязно-зеленоватые и черные выделения железа и марганца в виде пятен, налетов, шаровидных скоплений с размерами от 0,5 до 10 мм и более;

- выделения кремниевой кислоты белесоватого цвета, характерные для почв подзолистого типа.

К новообразованиям биологического происхождения относятся:

- капролиты – экскременты дождевых червей в виде небольших зернистых клубочков;

- дендриты – узоры мелких корешков на поверхности отдельных агрегатов отдельных структурных единиц почвы);

- корневины – сгнившие крупные корни растений.

Анализ новообразований позволяет судить об условиях формирования почвы. Например, наличие сизоватых и ржавых пятен указывает на то, что формирование почвы происходило в условиях повышенной влажности.

Включения – тела органического или минерального происхождения, случайно попавшие в почву и не связанные с ее образованием (обломки горных пород, раковины, кости животных, кусочки строительных или иных производственных материалов).

Под механическим составом почвы понимают относительное содержание в ней твердых частиц различных размеров. Это содержание выражается в процентном отношении массы частиц к общей массе почвы, высушенной при 105 °С.

Механический состав почв включает элементы трех видов:

- минеральные, представляющие собой каменистую часть почв, являющуюся результатом дробления исходной горной породы; эти породы называют почвообразующими, материнскими, иногда грунтами или подпочвами; на состав минеральной части влияют степень устойчивости минералов к различным внешним воздействиям (механическим, химическим), климатический фактор, определяющий характер растительности, рельеф местности, хозяйственная деятельность человека;

- органические;
- органо-минеральные.

Минеральная часть почв – смесь в различных процентных соотношениях первичных минералов, входивших в состав материнских пород (кварц, шпаты, слюды, оксиды железа, гранаты, цирконы, титаниты и т.д.), и вторичных минералов, образовавшихся в почвах в результате действия биологических факторов и химических процессов (расворения, окисления-восстановления и т.д.) (алюмо- и ферросиликаты, кремнезем, гидроксиды алюминия и железа, диоксид марганца и т.д.).

Частицы, входящие в минеральную составляющую почв, могут быть классифицированы в соответствии с их гранулометрическим составом (табл. 1).

Таблица 1

Классификация почв по гранулометрическому составу

Диаметр частиц, мм	Механическая фракция
Больше 3	Каменистая часть почвы
3 – 1	Крупный песок
1,0 – 0,25	Средний песок
0,25 – 0,05	Мелкий песок
0,05 – 0,01	Крупная пыль
0,01 – 0,005	Средняя пыль
0,005 – 0,001	Мелкая пыль
Меньше 0,001	Ил

Количество воды, забранной из водных объектов, использованной и переданной другим организациям

Наименование водных объектов	Лимит забора воды	Получено воды, м <sup>3</sup> /г.	Использовано воды, тыс. м <sup>3</sup> /г.						Потери при транспортировке
			План	Факт	В том числе на нужды				
					Технологические	Вспомогательные	Хозяйственно-питьевые	Передано другим организациям	

Характеристика источников сточных вод

Наименование источника СВ, свойства СВ, режим сброса, КИП	Код	Фактическая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>		Фактический сброс		Лимит сброса		Утвержденный ПДС, г/ч	Превышение сброса, усл.т/г.
		Средняя	Максимальная	г/ч	Усл. т/г.	г/ч	Усл. т/г.		
Средний утвержденный расход СВ, тыс.м <sup>3</sup> /ч									
Максимальный расход СВ, тыс.м <sup>3</sup> /ч									
Показатели состава и свойств СВ:									
1) БПК									
2) ХПК									
3) рН									
4) взвешенные вещества									
5) температура, °С									
6) токсичность									
7) специфические нормированные примеси									

## Оборудование для нейтрализации вредных выбросов в атмосферу

Номер источника выбросов	Параметры газовой смеси на выходе из источника выбросов		КПД, %		Капитальные вложения, тыс. руб.		Наименование пылегазоулавливающего оборудования, какими приборами контроля оснащено	
	Объем, м <sup>3</sup> /с	Температура, °С	По проекту	Фактически	Перспектива 1	Перспектива 2	Перспектива 1	Перспектива 2

В соответствии с гранулометрическим составом почвы подразделяют на шесть основных групп:

- каменные (состоят в основном из обломков горных пород размерами более 3 мм);
- песчаные (содержат в основном песчаные частицы (в зависимости от их размера песок может быть крупным, средним или мелким) и глину (в зависимости от ее содержания песок может быть рыхлым (глины 0 – 5 %), связным (5 – 10 %) или супесью (10 – 20 %);
- супесчаные (преобладают песчаные частицы с небольшой примесью глины);
- песчаные суглинки: тяжелые (глина – 30 – 60 %, песок – 40 – 70 %), средние (глина – 20 – 40 %, песок – 55 – 80 %), легкие (глина – 15 – 30 %, песок – 70 – 85 %);
- пылеватые суглинки (содержат небольшое количество песчаных частиц, глину и характеризуются повышенным количеством органических элементов (гумуса)); к ним относятся покровные и лесовидные суглинки;
- глинистые: тяжелые (глина – 80 – 85 %, песок – 15 – 20 %), средние (глина – 50 – 80 %, песок – 20 – 50 %), легкие (глина – 40 – 60 %, песок – 30 – 60 %).

## Характеристика выбросов вредных веществ в целом по предприятию

Вредное вещество	Количество вредных веществ, отходящих от всех источников, т/г.					Всего выброшено в атмосферу		Уловлено и обезврежено, %	Лимит выброса, т/г.	Превышение лимита выброса, т/г.
	В том числе			Из поступивших на очистку		т/г.	Усл. т/г.			
	Фактическое	Без очистки	С очисткой	Уловлено	Утилизировано					

### Опыт № 1

#### Определение окраски почвы

Цветовые характеристики почвы обуславливаются тремя основными группами веществ: количественным содержанием гумуса и его качественным составом; содержанием оксидов железа, марганца, алюминия, кремния; комплексом включений (частицы угля, извести, кирпича и т.д.) и их количеством. Окраска может быть однородной (черной, белой, желтой, красной) и неоднородной (белесоватой, серой, коричневой, каштановой, бурой и т.д.). Окраска почвы зависит от степени ее увлажнения и структурного состояния (в бесструктурном состоянии почвы кажутся светлее, чем в комковатом и зернистом).

#### Порядок выполнения

1. Высушить в термощкафу небольшое количество исследуемого вещества, измельчить его и поместить на лист белой бумаги.
2. Описание окраски почвы провести при дневном освещении. Название цвета установить согласно традиционным терминам, упот-

ребляемым для определения почвы той или иной зоны (указать основную цветовую тон, интенсивность окраски и оттенок).

Например, серый цвет характерен для дерново-подзолистых почв, серый с коричневым или буроватым оттенком – для серых лесных почв, черный – для черноземов, каштаново-серый – для каштановых почв, белесый с сероватым или желтоватым оттенком – для подзолистых почв, буровато-серый – для серых лесных почв, бурый или красно-бурый – для подзолистых почв и т.д.

3. Сделать мазки почвы ножом на белой плотной бумаге, смочив почву до состояния пасты водой. Высушить мазки.

4. Описать окраску исследуемых образцов путем их визуального сравнения со стандартной цветовой шкалой почвенных окрасок.

## Опыт № 2

### Определение механического и гранулометрического состава почв полевым методом

Приборы  
Лупа

#### Порядок выполнения

1. Провести определение механического и гранулометрического состава исследуемых образцов сухих почв полевым методом, для чего небольшое количество сухой почвы растереть на ладони и определить на ощупь размеры и форму зерен. Чем зерно почвы более угловато, жестче, прочнее и чем больше почвы после полного раздавливания втирается в кожу, тем тяжелее ее механический состав.

2. Провести определение механического и гранулометрического состава исследуемых образцов почв во влажном состоянии, для чего к хорошо растертому образцу добавляют такое количество воды, при котором образуется тестообразная масса, имеющая наилучшую пластичность. Из приготовленной массы скатывают шарик или шнур толщиной около 3 мм, который затем изгибают в кольцо диаметром около 3 см.

Основные признаки почв при определении механического состава следующие.

*Каменистые почвы:* наряду с частицами менее 1 мм (мелкозем) содержат в значительном количестве окатанные или угловатые обломки горных пород размерами более 3 мм.

## Расход сырья и вспомогательных материальных ресурсов

Наименование вида, сырья	ГОСТ или ТУ	Хим-состав по ГОСТ, анализу	Наименование продукции	Единица измерения	Расход сырья на единицу продукции	Общий расход за год

## Расход энергоресурсов

Наименование производства и вида продукции	Виды энергоносителей, тонны условного топлива (ТУТ)				Другие виды топлива, масла, ТУТ		Тепловая энергия		
	Электроэнергия, кВт/ч	Газ, ТУТ	Мазут, ТУТ	Уголь, ТУТ	Всего	На единицу продукции, кг/ч	На единицу продукции, кг/ч	От собственного источника	От вторичных ресурсов

## Характеристика источников выделения и выбросов вредных веществ

Наименование источников выбросов	Параметры источника		Номер источника выбросов	Наименование производства и источника выбросов	Наименование, код вредного вещества, количество выбросов			
	Высота $H$ , м	Диаметр $D$ , м			Фактическая, т/г.	Суммарная, т/г. ВСВ	Максимальная, г/с ПДВ	Суммарная, т/г. ПДВ

### Метеорологические характеристики

Метеорологические характеристики								Значения
1. Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (А)								
2. Коэффициент рельефа местности (η)								
3. Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С								
4. Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, °С								
5. Среднегодовая роза ветров, %								
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
6. Скорость ветра, повторяемость превышения которой (по средним многолетним данным) не больше 5 %, м/с								

### Цеха и производственные объекты

Наименование производственного объекта, установленная мощность	Наименование выпускаемой продукции	Код продукции	Единица измерения	Объемы выпускаемой продукции

### Использование земельных ресурсов

Земельный отвод, га						СЗЗ, м	Отвод земель во временное пользование	В том числе			
Всего	Здания, сооружения	Твердые покрытия	Хранилища, свалки	Накопители СВ	Газоны			Склады	Дороги	Трубопроводы	Линии ЭП

*Песчаные почвы:* в основном состоят из частиц песка (более 90 %), поэтому в сухом состоянии комков такой почвы легко раздавливаются и превращаются в сыпучую массу. Из песчаной почвы во влажном состоянии нельзя скатать ни шара, ни шнура.

*Супесчаные почвы:* характерно преобладание песчаных частиц. Сырая масса ссыхается в непрочные комки, с которых легко осыпается песок. Глыбы и комки легко раздавливаются. Из влажной супесчаной почвы шнур не скатывается, но можно скатать шар, который при легком надавливании распадается.

*Песчаные суглинки:* подразделяются на легкие, средние и тяжелые.

При растирании легких песчаных суглинков на ладони остается большое количество песчинок. Комки в сухом состоянии раздавливаются с некоторым усилием. Во влажном состоянии из легких песчаных суглинков можно скатать шнур, который при попытке свернуть его в кольцо распадается на части. Скатанный шар при надавливании легко превращается в лепешку с трещинами по краям.

При растирании средних песчаных суглинков количество песчаных частиц заметно меньше. Комки в сухом состоянии с трудом раздавливаются пальцами. Шнур скатывается легко, но при свертывании его на внешней стороне кольца образуются трещины. Скатанный шар при надавливании превращается в лепешку с трещинами по краям.

Тяжелые песчаные суглинки в сухом состоянии практически невозможно раздавить пальцами. Во влажном состоянии можно скатать шнур и свернуть кольцо почти без трещин.

*Пылеватые суглинки:* содержат малое количество песчаных частиц и также подразделяются на легкие, средние и тяжелые.

Легкие пылеватые суглинки свободно растираются на ладони в пыль. При этом на ладони остается ощущение мучнистости, комки в сухом состоянии легко раздавливаются.

Средние пылеватые суглинки раздавливаются в сухом состоянии с некоторым усилием, а тяжелые почти не поддаются раздавливанию пальцами.

Во влажном состоянии из пылеватых суглинков легко скатать шнур, но при попытке свернуть его в кольцо у легких суглинков он ломается, у средних – образуется большое количество трещин на внешней стороне кольца, у тяжелых – образуется кольцо без трещин.

*Глинистые почвы* характеризуются большой связностью. В сухом состоянии у них очень высокая твердость и они практически не

поддаются раздавливанию пальцами. Во влажном состоянии для глинистых почв характерны повышенная вязкость и пластичность, они легко скатываются в длинный тонкий шнур, из которого можно свернуть восьмерку.

Показатели гранулометрического состава почвы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели гранулометрического состава почвы

Группа почв по механическому составу	Ощущение при растирании почвы на ладони	Вид под лупой	Состояние сухой почвы	Состояние влажной почвы	Полевое определение механического состава
Песок	Песчаная масса	Состоит почти полностью из зерен песка	Сыпучая	Текучая масса	Не скатывается в шнур
Супесь	Неоднородная масса, в основном песок, слабо ощущается суглинок	Преобладает песок, более мелкие частицы являются примесью	Комки легко распадаются при надавливании	Непластичная масса	При раскатывании в шнур почва распадается на мелкие комочки
Легкий суглинок	Неоднородная масса, большое количество глинистых частиц	Преобладает песок, глинистых частиц 20 – 30 %	Для разрушения комков необходимо небольшое усилие	Слабопластичная масса	При раскатывании образуется шнур, легко распадающийся на дольки
Средний суглинок	Примерно одинаковое количество песчаных и глинистых частиц	Ясно видны песчаные частицы	Комки с трудом раздавливаются в руке	Пластичная масса	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки
Тяжелый суглинок	Очень небольшая примесь песчаных частиц	Преобладают пылеватые глинистые частицы, песчаных почти нет	Комки невозможно разрушить сжатием в руке	Хорошопластичная масса	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо, но дает трещины
Глина	Очень тонкая однородная масса	Однородный порошок, песка нет	Комки твердые, не распадающиеся от удара	Хорошопластичная липкая масса	Шнур легко свертывается в кольцо, не трескается

Образец оформления экологического паспорта предприятия

Общие сведения о предприятии

Данные	На момент составления паспорта	Изменения и дата внесения изменений
1. Наименование предприятия 2. Министерство, ведомство 3. Адрес предприятия 4. Фамилия, инициалы и служебные телефоны: Директора Главного инженера Должностного лица, ответственного за охрану природы 5. Номер банковского счета и наименование банка 6. Наименование и адрес организации генпроектировщика 7. Наименование, адрес и телефоны контролирующих организаций: Местный Орган Госкомприроды РФ СЭС Минздрава РФ Другие органы государственного контроля и надзора		

Коды статистической отчетности

Предприятия по ОКПО	ПО	Отрасли по ОКОНХ	Министерства (ведомства)	Республика	Область	Район	Город

Таблица ПЗ

Лимитирующие показатели вредности при установлении хозяйственной и рыбохозяйственной категорий водопользования

Показатели качества воды	ПДК по категориям пользования, мг/л	
	1-я	2-я
<i>Физические:</i>		
1. Наличие на поверхности нефтяных, масляных и жировых пленок	Не допускается	Не допускается
2. Запах	Не должен обнаруживаться	Не должен обнаруживаться
3. Окраска не должна обнаруживаться на высоте столба воды, см	20	10
4. Температура, °С	20 (летом)	20 (зимой)
5. Содержание взвешенных частиц, мг/л	0,25	0,75
<i>Химические:</i>		
1. рН среды	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
2. Минеральный состав, мг/л:		
Анионы:		
хлориды	300	350
сульфиды	100	500
нитраты	10	40
Катионы:		
аммоний	0,5	–
<i>Биологические:</i>		
1. Содержание растворенного кислорода, мг/л	6 (зима)	4 (зима)
2. БПК при 20 °С, мг/л, не более	3	6

**Опыт № 3****Определение плотности почвы и твердой фазы почвы**

Плотность почвы – масса единицы объема (1 см<sup>3</sup>) сухой почвы.

Плотность твердой фазы почвы – отношение массы твердой фазы (почвенных частиц) к массе того же объема воды при 4 °С.

*Посуда*

Мерный стакан на 25 мл.

*Порядок выполнения*

1. Для сухого образца почвы определить плотность (г/см<sup>3</sup>).
2. Для этого же образца рассчитать плотность твердой фазы.

Плотность грубозернистой песчаной почвы составляет 1,8; подзолистой суглинистой – 1,2; чернозема – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

Наибольшую плотность твердой фазы имеет каменистая почва, для песчаной почвы с высоким содержанием кварца этот показатель составляет 2,65, для перегной и торфа – 1,6, почвы с большим количеством гумуса отличаются меньшей плотностью твердой фазы.

**Опыт № 4****Определение активной кислотности почвы**

Реакция почвенной среды связана с ее насыщенностью различными катионами. Почвы с высоким содержанием Са, Mg имеют нейтральную или слабокислую реакцию (например черноземы). Почвы, не насыщенные основаниями, характеризуются кислой реакцией (например подзолистые почвы).

Различают две формы кислотности почв: актуальную и потенциальную.

Актуальная кислотность обусловлена присутствием в почвенном растворе (водной вытяжке из почвы) иона водорода. Обычно она наблюдается при наличии в почве растворимых органических кислот, углекислого газа или таких соединений алюминия и железа, которые при взаимодействии с водой образуют кислоту. рН сильнокислых почв составляет 4,0 – 4,5; нейтральных – около 7,0; сильнощелочных 8,0 – 9,0.

Потенциальную кислотность обнаруживают при обработке почвы растворами солей (например KCl, CH<sub>3</sub>COONa), вызывающими вытеснение ионов водорода и алюминия из поглощенного состояния.

*Приборы и оборудование*  
 рН-метр со стеклянным и хлорсеребряным электродами.  
 Магнитная мешалка.  
 Весы технические.

*Посуда*  
 Мерный цилиндр на 50 мл.  
 Стакан химический на 100 мл.  
 Стакан химический на 50 мл.

#### Порядок выполнения

1. Взять навеску воздушно-сухой почвы массой  $20,0 \pm 0,1$  г на технических весах на кальке или плотной бумаге и количественно перенести ее в химический стакан вместимостью 100 мл.
2. Прилить к навеске 50 мл дистиллированной воды. Стакан поместить на магнитную мешалку и перемешивать его содержимое 1 ч.
3. Дать жидкости отстояться до полного осветления. Осторожно слить жидкость с осадка в химический стакан на 50 мл.
4. Измерить значение рН с помощью рН-метра.

#### Опыт № 5

##### Качественное определение карбонатности почвы

Преобладающими в почве являются карбонаты кальция и магния. Качественная оценка количества карбонатов проводится на основе визуального наблюдения «вскипания» образца почвы при добавлении в нее соляной кислоты.

*Посуда*  
 Покровное стекло.  
 Мерная пипетка на 5 мл.

*Реактивы*  
 Водный раствор соляной кислоты 10%-ный.

#### Порядок выполнения

1. Поместить на предметное стекло небольшое количество почвы.
2. Добавить 1 – 2 капли 10%-ной соляной кислоты.
3. Наблюдать степень интенсивности реакции.

ПДК пыли различных веществ  
 в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>

Вещество	ПДК <sub>м.р</sub>	ПДК <sub>с.с</sub>	ОБУВ*
Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	–	–	0,040
Пыль асбестосодержащая	–	0,06*	–
Пыль бумаги, древесная пыль	–	–	0,100
Пыль выбросов табачных фабрик (с содержанием никотина до 2,7 %)	$8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	–
То же (с содержанием никотина до 1,5 %)	–	–	0,030
Пыль зерновая	0,500	0,150	–
Пыль латуни (в пересчете на медь)	–	–	0,003
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	–	–	0,030
Пыль неорганическая:			
- 20 – 70 % SiO <sub>2</sub> (шамот, цемент и др.)	0,300	0,100	–
- SiO <sub>2</sub> < 20 % (доломит и др.)	0,500	0,150	–
- SiO <sub>2</sub> > 70 % (динас и др.)	0,150	0,050	–
Пыль «пемолукса»	–	–	0,020
Пыль ПВХ	–	–	0,100
Пыль полиметаллическая свинцово-цинкового производства (содержит до 1 % свинца)	–	0,0001	–
Пыль стекловолокна и стеклопластика	–	–	0,060
Пыль фенолформальдегидной смолы	–	–	0,040
Пыль хлопковая	0,200	0,050	–

\* – количество волокон в 1 мл воздуха.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Таблица III

#### Состав воздуха

Газ	Формула	Концентрация	Общая масса в атмосфере, 10 <sup>9</sup> т
Азот	N <sub>2</sub>	78,084 об. %	3900000
Кислород	O <sub>2</sub>	20,948 об. %	1200000
Аргон	Ar	0,934 об. %	67000
Оксид углерода (IV)	CO <sub>2</sub>	0,032 об. %	2600
Водяной пар	H <sub>2</sub> O	Не учитывается	14000
Неон	Ne	18,18 млн <sup>-1</sup>	65
Криптон	Kr	1,14 млн <sup>-1</sup>	17
Метан	CH <sub>4</sub>	2,00 млн <sup>-1</sup>	4
Гелий	He	5,24 млн <sup>-1</sup>	4
Озон летом	O <sub>3</sub>	Менее 0,07 млн <sup>-1</sup>	–
Озон зимой	O <sub>3</sub>	Менее 0,02 млн <sup>-1</sup>	3
Ксенон	Xe	0,087 млн <sup>-1</sup>	2
Оксид азота (I)	N <sub>2</sub> O	0,50 млн <sup>-1</sup>	2
Оксид углерода (II)	CO	Следы	0,6
Водород	H <sub>2</sub>	0,5 млн <sup>-1</sup>	0,2
Аммиак	NH <sub>3</sub>	Следы	0,02
Оксид азота (IV)	NO <sub>2</sub>	Менее 0,02 млн <sup>-1</sup>	0,013
Оксид азота (II)	NO	Следы	0,005
Оксид серы (IV)	SO <sub>2</sub>	Менее 1 млн <sup>-1</sup>	0,002
Сероводород	H <sub>2</sub> S	Следы	0,001

Провести ориентировочную оценку степени карбонатности исследуемого образца, основываясь на данных табл. 3.

Таблица 3

#### Оценка карбонатности почвы

Реакция	Приблизительное содержание карбонатов, %	Степень карбонатности почвы
Очень сильная (бурная)	10	Сильнокарбонатная
Сильная и продолжительная	5 – 10	Сильнокарбонатная
Заметная, но кратковременная	4 – 3	Среднекарбонатная
Слабая и кратковременная	3 – 2	Среднекарбонатная
Очень слабая и малозаметная	2 – 1	Слабокарбонатная
Отсутствует	1	Некарбонатная

#### Опыт № 6

##### Предварительное исследование минералов

Объектами геолого-минералогического анализа могут быть природные почвенные минеральные образования двух основных групп, а именно минералы:

- с размерами частиц меньше 5 мкм (глинистые, минералы группы оксидов и гидроксидов алюминия, железа, марганца);
- крупнозернистых фракций с размерами частиц от 5 мкм до нескольких миллиметров.

Предварительному исследованию подвергают минералы крупнозернистых фракций почвы.

##### Приборы и оборудование

Микроскоп.

Лупа.

Магнит.

Препаровальная стальная игла.

Покровное стекло.

##### Посуда

Мерные стаканы на 50, 100 мл.

Стеклянная палочка.

### Порядок выполнения

1. Отделить крупнозернистую фракцию от глинистой методом отмучивания, для этого взять навеску почвы массой 20,0 г, растереть ее пальцами, многократно залить водой, перемешивая и сливая поднавшуюся муть.

2. Оставшийся осадок высушить.

3. Разделить минералы по их магнитным свойствам, для этого сильномагнитные минералы (например магнетит, самородное железо, пирротин, маггемит) выделить из общей массы при помощи магнита: образец почвы распределить тонким слоем на листе бумаги, магнит завернуть в кальку и провести им по рассыпанному образцу. Магнитные зерна отстают от бумаги после удаления из нее магнита.

4. Диагностировать основные виды минералов крупнозернистых фракций шлиховым методом с использованием микроскопа. При этом определить следующие показатели минералов:

- цвет;

- блеск – способность минералов отражать падающий свет (условно приняты четыре градации этого показателя: стеклянный, алмазный, полуметаллический и металлический);

- твердость – степень сопротивления минерала царапанию. Для определения твердости применяют медную и стальную иглу, стеклянную пластинку. Все минералы по твердости можно разделить на четыре группы:

а) мягкие (медная игла легко царапает минерал) – тальк, гипс, графит и др.; б) средней твердости (медная игла не царапает минерал, а стальная легко царапает) – кальцит, флюорит и т.д.; в) твердые (не царапают стекло, с трудом царапаются стальной иглой) – полевые шпаты, пироксены и др.; г) очень твердые (легко царапают стекло, стальная игла оставляет на минерале блестящую черту) – кварц, гранаты, корунд и т.д.;

- поведение при раздавливании – показатель, отражающий способность минералов противостоять внешнему воздействию (оценивают по трем градациям: раздавливающиеся легко, раздавливающиеся с усилием, раздавливающиеся трудно, при расколе появляется характерный звук);

- прозрачность – способность минералов пропускать свет (по этому признаку выделяют четыре группы минералов: прозрачные, полупрозрачные, просвечивающие в сколах, непрозрачные);

- исследовать газы на запах необходимо осторожно: посуду следует держать в полусогнутой руке ниже уровня носа, направляя другой рукой к себе поток воздуха вместе с газом;

- не поджигать никаких газов и паров, не убедившись предварительно, что они не содержат примесей воздуха, так как смесь горючего газа с воздухом взрывоопасна;

- при разбавлении концентрированных кислот необходимо вливать кислоту в воду.

4. Для нагревания воды и водных растворов использовать плитки с асбестированными сетками или водяные бани.

5. Первая помощь при ожогах и отравлениях:

- при термических ожогах необходимо сделать примочки раствором перманганата калия и покрыть обожженное место мазью от ожога;

- при ожогах кислотами обожженное место сначала промыть водой, а затем раствором пищевой соды;

- при ожогах щелочами обожженное место сначала промыть водой, а затем борной (или 1%-ной уксусной) кислотой;

- при всех случаях ожогов и отравлений после оказания первой помощи необходимо обратиться к врачу.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила:

1. На рабочем месте не должно находиться ничего кроме лабораторного журнала и необходимых для выполнения работы посуды и реактивов.

2. При использовании реактивов требуется:

- все пробирки и колбы с растворами, банки с сухими веществами держать закрытыми, открывать их только при необходимости;

- закрывая пробирки и колбы, не путать пробки, так как в этом случае реактивы загрязняются и становятся непригодными для дальнейшего использования;

- излишек взятого реактива не высыпать и не выливать обратно в сосуд, из которого он был взят;

- реактивы общего пользования не уносить на рабочие столы, соблюдать порядок в расстановке реактивов на столах общего пользования и на рабочих столах индивидуального пользования;

- опыты с ЛВЖ и ГЖ, с концентрированными растворами кислот (лабораторная работа № 1, опыт № 5, лабораторная работа № 4, опыт № 3) следует проводить только в вытяжном шкафу;

- растворы кислот, щелочей, органических растворителей нельзя выливать в раковину, а необходимо сливать в специальные емкости.

3. Во избежание несчастных случаев строго соблюдать меры предосторожности:

- работать с малыми количествами веществ, не превышая те, которые указаны в описании опытов;

- при нагревании не наклонять колбы и пробирки отверстием к себе или работающему рядом;

- форма частиц (для кристаллических минералов она может быть либо вытянутая в одном направлении: игольчатая, столбчатая; либо в двух направлениях: пластинчатая; изометрическая: сферическая, кубическая. В почве также много аморфных минералов);

- степень окатанности частиц – показатель, характеризующий длительность и характер переноса минералов, вследствие которого минеральные зерна округляются (окатываются). По степени окатанности минералы подразделяются на четыре группы: сильноокатанные, среднеокатанные, слабоокатанные, неокатанные.

### **Выводы**

Обобщить полученные в результате проведенных исследований данные, сделать вывод о типах, подтипах, видах и разновидностях исследуемых образцов почв и их свойствах.

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация почв. Понятие типа, подтипа, рода и вида почвы.

2. Морфологические признаки почв различного вида.

3. Механический состав почв. Понятие гранулометрического состава. Классификация почв по гранулометрическому составу.

4. Основные свойства почв.

5. Задачи и последовательность предварительного исследования веществ почвенного происхождения.

6. Понятие загрязнения почвы.

7. Особенности почвы как объекта загрязнения.

8. Понятие об интегральных показателях загрязнения почвы.

9. Методы оценки наличия и количества в почве тяжелых металлов.

**Лабораторная работа № 2**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**  
**И ХЛОРА В ВОЗДУХЕ ЛАБОРАТОРИИ**

**Цель работы:**

1. Выработать умения и навыки измерения содержания в воздухе оксида углерода и хлора.

2. Изучить возможность использования экспресс-методов для проведения данных исследований.

Химический состав чистого сухого воздуха указан в табл. П1, в которой приведены как концентрации газов, так и их общая масса в атмосфере. Из табл. П1 следует, что воздух в основном состоит из азота (78,08 об. %), кислорода (20,95 об. %), значительно меньшего количества аргона (0,93 об. %) и еще меньшего – углекислого газа (0,03 об. %). Помимо этих постоянных компонентов воздуха, важным компонентом является водяной пар, содержание которого может меняться от 0 до 4 об. %. Все остальные имеющиеся в атмосфере газы содержатся в следовых количествах, составляющих в сумме 0,02 об. %.

Примесями атмосферного воздуха природного происхождения, образующимися в результате химических и биологических процессов, являются такие газообразные вещества, как аммиак, оксиды азота, метан, сероводород и др.

Природный химический состав воздуха в естественных условиях изменяется очень незначительно. Однако в результате хозяйственной и производственной деятельности человека может происходить существенное изменение состава атмосферы. Особенно изменяется концентрация второстепенных газовых примесей (диоксида серы, монооксида углерода и др.).

Содержание углекислого газа в атмосфере составляет более  $2 \cdot 10^{12}$  т. Он участвует в круговороте углерода. Атмосферный воздух непрерывно пополняется углекислым газом в результате жизнедеятельности живых организмов, процессов горения, брожения и так да-

Решение

1. Определяем параметры сброса примеси:

1.1. Коэффициент турбулентной диффузии:

$$D = VH/200 = 1,1 \cdot 2,6 / 200 = 0,0143 \text{ м}^2/\text{с}.$$

1.2. Коэффициент  $\alpha$  оценки точки сброса СВ (принимаям  $\zeta=1$ ,  $\varphi=1,2$ ):

$$\alpha = \zeta\varphi(D/q)^{1/3} = 1 \cdot 1,2 (0,0143/0,5)^{1/3} = 0,367.$$

1.3. Коэффициент смешения:

$$\beta = \exp(-\alpha L_{\phi}^{1/3}) = \exp(-0,367 \cdot 700^{1/3}) = 0,0385.$$

$$\gamma = (1 - \beta)/(1 + Q\beta/q) = (1 - 0,0385)/(1 + 52 \cdot 0,0385/0,5) = 0,1924.$$

2. Определяем ожидаемую концентрацию примесей в контрольном створе

Показатель	Нефть	Нитраты	Цинк	Бензол	Свинец	O <sub>2</sub>
C <sub>ож</sub> , мг/л	0,00038	35,7125	0,747576	0,571366	0,1809	5,81
ПДК, мг/л	0,000001	10	0,05	0,003	0,0003	6
C <sub>ож</sub> /ПДК	380,957	3,57125	14,95151	190,4552	603,042	0,968

Сумма отношений C<sub>ож</sub>/ПДК = 1193,94, что намного больше 1.

3. Определяем возможное разбавление концентрации в контрольном створе:

$$n = \gamma Q/q = 0,1924 \cdot 52/0,5 = 20,0049.$$

**Выводы**

При предложенных характеристиках водотока и сточных вод предприятия необходима установка очистных сооружений. В противном случае не представляется возможным определение для объекта таких норм ПДС, которые обеспечивали бы удовлетворительное санитарное состояние водотока в контрольном створе.

$$\beta = \exp(-\alpha \sqrt[3]{L_\phi}),$$

где  $L_\phi$  – расстояние по фарватеру от места выпуска сточных вод до контрольного створа, м:

$$\alpha = \zeta \varphi \sqrt[3]{D/q},$$

где  $\zeta$  – коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод в водоток: при выпуске у берега  $\zeta = 1$ , при выпуске в стержень реки  $\zeta = 1,5$ ;  $\varphi$  – коэффициент извилистости реки, для рек средней полосы  $\varphi = 1,2$ ;  $D$  – коэффициент турбулентной диффузии ( $\text{м}^2/\text{с}$ ), для равнинных рек определяют по формуле

$$D = V_{\text{ср}} H_{\text{ср}} / 200,$$

где  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость течения реки на участке между местом выпуска сточных вод и контрольным створом,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $H_{\text{ср}}$  – средняя глубина водоема на том же участке, м.

Возможное разбавление концентрации загрязняющих веществ при сбросе сточных вод в водоток в контрольном створе рассчитывают по формуле

$$N = \gamma Q/q.$$

Расчет ПДС ( $\text{г}/\text{ч}$ ) производят по наибольшим среднечасовым расходам сточных вод  $q$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$\text{ПДС} = q C_{\text{ст.}}$$

### Пример расчета ПДС

Рассчитать ПДС веществ на участке реки со следующими характеристиками водотока и сточных вод:

Расход воды –  $52 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Расход сточных вод –  $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Глубина реки –  $2,6 \text{ м}$ .

Скорость реки –  $1,1 \text{ м}/\text{с}$ .

Расстояние до фарватера –  $700 \text{ м}$ .

Концентрация примеси	Нефть	Нитраты	Цинк	Бензол	Свинец	$\text{O}_2$
В водотоке $C_p$ , $\text{мг}/\text{л}$	0,04	28	0,56	0,3	0,01	6,1
В СВ, $C_{\text{ст.}}$ , $\text{мг}/\text{л}$	–	190	4,5	6	3,6	–

лее и постоянно удаляется из атмосферы, являясь источником углерода при синтезе органических веществ растениями.

Углекислый газ – физиологический возбудитель дыхательного центра. При его концентрации  $0,5 \%$  отмечается увеличение легочной вентиляции. При более высоких концентрациях углекислый газ оказывает наркотическое действие и вызывает удушье. В жилых помещениях содержание  $\text{CO}_2$  не должно превышать  $0,1 \%$ . Большие концентрации  $\text{CO}_2$  (выше  $10 \%$ ) вызывают сильный ацидоз – снижение рН крови, бурную одышку и паралич дыхательного центра, т.е. оказывают токсическое действие на человека.

Углекислый газ играет большую роль в поглощении ИК излучения Земли и способствует уменьшению охлаждения ее поверхности. Увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере за счет антропогенного фактора может вызвать потепление климата. Общее промышленное выделение  $\text{CO}_2$  в атмосферу в настоящее время достигает  $30 \text{ млрд т}/\text{г}$ .

Хлор и его соединения поступают в атмосферу в значительной степени при производстве соляной кислоты, хлорида кальция, хлорной извести, соды, хлора, едкого натра (электролизом водного раствора хлорида натрия), поливинилхлоридной смолы, органических красителей, пестицидов, уксусной кислоты и др.

Хлор раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и легкие, его ПДК в воздухе производственных помещений составляет  $1 \text{ мг}/\text{м}^3$ .

Для измерения содержания оксидов углерода на практике обычно применяют оптико-акустические газоанализаторы. В этих приборах происходит анализ поглощения атомами и молекулами воздушной смеси инфракрасного излучения. Чаще всего используют газоанализаторы ОА-2109М и ГИАМ-5.

### Опыт № 1

#### Определение содержания углекислого газа в воздухе лаборатории

##### 1 метод

Приборы и оборудование

Шприц на  $20 \text{ мл}$ .

Посуда

Пробирки  $2 \text{ шт.}$

Мерная колба на 300 мл.

Мерная пипетка.

#### *Реактивы*

Аммиак (25%-ный раствор).

Фенолфталеин (1%-ный раствор).

Поглотительный раствор: 500 мл дистиллированной воды, 0,04 мл раствора аммиака, 1 – 2 капли раствора фенолфталеина.

#### *Порядок выполнения*

1. В пробирку налить 10 мл поглотительного раствора, закрыть ее резиновой пробкой, которую заранее проколоть иглой от шприца.

2. Провести исследование воздуха открытой атмосферы: забрать воздух шприцем до отметки 20 мл и под давлением ввести через иглу в пробирку с аммиачным раствором. Не отпуская поршня, пробирку энергично взболтать для поглощения  $\text{CO}_2$  из воздуха. Эти манипуляции проводить до полного обесцвечивания поглотительного раствора, фиксируя количество шприцев.

3. Заполнить чистую пробирку свежим поглотительным раствором и провести определение, используя воздух лаборатории.

4. Рассчитать концентрацию  $\text{CO}_2$  в воздухе лаборатории по формуле

$$\omega (\%) = 0,04 n / n_1,$$

где  $n$  – число шприцев воздуха открытой атмосферы;  $n_1$  – число шприцев исследуемого воздуха.

#### **II метод**

##### *Приборы и оборудование*

Шприц на 100 мл.

##### *Посуда*

Мерная колба на 300 мл.

##### *Реактивы*

Кальцинированная сода (0,005%-ный водный раствор, 250 мл).

Фенолфталеин (1%-ный раствор).

##### *Порядок выполнения*

1. В шприц набрать 20 мл 0,005%-ного раствора соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску.

- нормативные объемы образования каждого вида отходов с учетом передового технического опыта и расчет нормативов предельно допустимых отходов (ПДО).

9. Сведения об эколого-экономической деятельности предприятия:

- капитальные затраты на охрану окружающей среды отдельно на охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов и земель;

- плата за пользование природными ресурсами и за загрязнение природной среды (выбросы в атмосферу, сбросы в водные объекты);

- план мероприятий по достижению нормативов ПДВ и ПДС (вывод устаревших технологий, реконструкция или ввод новых, установка очистных сооружений и так далее с указанием сроков).

10. Материалы ОВОС и экологических экспертиз (см. прил. 2).

#### ***Методика расчета предельно допустимых сбросов в поверхностные водоемы***

В основу расчетов концентрации нормирующих и лимитирующих показателей вредности токсичных веществ, содержащихся в сточных водах, положен метод В.А. Фролова и И.Д. Родзиллера [8].

Концентрацию токсичных веществ в природных водотоках распределяют с учетом гидрологических характеристик водоема по уравнению

$$qC_{ст} + \gamma QC_p = (q + \gamma Q)C_{к.ст},$$

где  $q$  – расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $Q$  – расход воды в водотоке,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $C_{ст}$  – концентрация загрязнителя в сточных водах в месте спуска,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $C_p$  – концентрация загрязнителя в реке выше места спуска сточных вод,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $C_{к.ст}$  – концентрация загрязнителя в контрольном створе,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;  $\gamma$  – коэффициент смешения сточных вод с водой водотока.

Для решения задачи прогнозирования санитарного состояния водотока в контрольном створе необходимо решить уравнение относительно  $C_{к.ст}$ .

Величина  $C_{ст}$  является контрольной на период эксплуатации очистных сооружений и кладется в основу лимита – предельного количества загрязнения, допустимого для сброса в водоем.

Коэффициент смешения  $\gamma$  определяют по уравнению

$$\gamma = 1 - \beta / (1 + Q/q \beta),$$

3. Краткое описание технологии производства и сведения о продукции, балансовая схема материальных потоков.

4. Характеристика сырья (объем, расход, вид и свойства по ГОСТам), используемых материальных и энергетических ресурсов.

5. Характеристика выбросов в атмосферу:

- состав, качественное и количественное содержание загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятия;
- описание всех источников загрязнения: высота труб, их диаметр;
- время, объем и состав залповых и аварийных выбросов;
- эффективность очистки выбросов, оснащенность приборами контроля;

- проект расчета ПДВ и карты распределения загрязняющих веществ для каждого источника загрязнения и по каждому веществу;

- сведения об автотранспортном парке предприятия (вид, количество, годовой пробег (км/г.), количество и вид сожженного топлива за год).

6. Характеристика водопотребления, водоотведения и состояния водоочистных сооружений:

- наименование источников водоснабжения (река, озеро и т.д.), объем забираемой воды (тыс. м<sup>3</sup>/г.);

- характеристика источников СВ, их объем, качественное и количественное содержание загрязняющих веществ;

- проект расчета нормативов предельно допустимого сброса (ПДС) по каждому загрязняющему веществу;

- описание водоочистных сооружений.

7. Сведения об использовании земельных ресурсов:

- общая площадь земельного отвода;

- размеры участков с твердым покрытием (здания, сооружения, дороги);

- зеленые насаждения и санитарно-защитные зоны;

- рекультивация нарушенных земель.

8. Характеристика отходов (производственных и бытовых):

- количество отходов по каждому классу опасности;

- перечень полигонов (для вечного захоронения отходов) и накопителей (для их хранения с возможностью последующего извлечения и переработки);

- характеристика полигонов: их вместимость, степень заполнения, система защиты окружающей среды, организация контроля окружающей среды полигона;

40

2. Засосать в тот же шприц 80 мл воздуха и встряхивать его 1 мин. Если не произошло обесцвечивание раствора, осторожно выжать воздух из шприца, оставив в нем раствор, вновь набрать порцию воздуха и встряхивать еще 1 мин. Повторить операцию 3 – 4 раза, после чего добавлять воздух в шприц небольшими порциями по 10 – 20 мл, каждый раз встряхивая содержимое 1 мин до обесцвечивания раствора.

3. Подсчитать общий объем воздуха, прошедшего через шприц и определить концентрацию CO<sub>2</sub> в воздухе лаборатории по данным табл. 4.

Таблица 4

Содержание CO<sub>2</sub> в воздухе в зависимости от объема воздуха, обесцвечивающего 20 мл 0,005%-го раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO <sub>2</sub> , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO <sub>2</sub> , %	Объем воздуха, мл	Концентрация CO <sub>2</sub> , %
80	3,2	350	1,08	450	0,66
160	2,08	360	1,04	460	0,60
200	1,82	370	1,00	470	0,56
240	1,56	380	0,96	480	0,52
260	1,44	390	0,92	500	0,48
280	1,36	400	0,88	520	0,40
300	1,28	410	0,84	540	0,31
320	1,20	420	0,80	550	0,24
330	1,16	430			
340	1,12	440			

## Опыт № 2

*Определение хлора в воздухе лаборатории методом индикации с помощью йодокрахмальной бумаги*

*Оборудование*

Полоски фильтровальной бумаги.

Эксикатор.

*Посуда*

Колбы на 10 мл 3 шт.

Чашка Петри.

Пипетка.

*Реактивы*

Водный раствор крахмала 0,2%-ный (10 мл).

21

Водный раствор KI 5%-ный (10 мл).

**Порядок выполнения**

1. К водному раствору KI добавить 2 – 3 капли крахмала, тщательно перемешать полученную смесь.

2. Полоски фильтровальной бумаги поместить в чашку Петри, набрать пипеткой приготовленный в п.1 раствор и пропитать им полоски.

3. Высушить полоски в эксикаторе. Цвет приготовленных полосок должен быть белым.

4. Исследовать возможность индикации присутствия в воздухе хлора с помощью изготовленной бумаги.

При концентрации хлора 0,0014 мг/л синяя окраска появляется через 10 мин.

Бром, оксиды азота и другие окислители мешают определению.

**Выводы**

Обобщить полученные в ходе проведенных исследований данные. В опыте 1 сравнить результаты анализов по методам I и II. Сопоставить экспериментальные данные с нормативными показателями. Сделать вывод о состоянии атмосферы в исследуемом помещении.

**Контрольные вопросы**

1. Общее понятие загрязнения атмосферы.
2. Санитарно-гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха. Нормативное содержание в воздухе жилых помещений оксида углерода (IV) и хлора.
3. Классификация загрязняющих веществ. Характеристика оксида углерода (IV) и хлора с точки зрения их влияния на организм человека.
4. Основное условие, принятое для оценки концентрации в атмосфере примесей.
5. Интегральные показатели загрязнения атмосферы.

Титульный лист экологического паспорта

СОГЛАСОВАНО <i>Председатель местного территориального органа по охране природы</i>	СОГЛАСОВАНО <i>Председатель органа Государственного комитета РФ по охране природы</i>
УТВЕРЖДАЮ <i>Руководитель предприятия</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ	
<hr/> <i>Наименование предприятия, отрасли</i>	
 <i>Наименование населенного пункта, год</i>	

Экологический паспорт включает следующие разделы:

1. Общие сведения о предприятии и его реквизиты.
2. Краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия:
  - метеорологические характеристики климатических условий, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере (коэффициенты температурной стратификации атмосферы и рельефа местности, средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого и холодного месяцев года, среднегодовая роза ветров, средняя скорость ветра);
  - характеристика состояния окружающей среды: фоновые концентрации загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу предприятием и по которым для него необходимо разрабатывать проекты предельно допустимых выбросов (ПДВ);
  - характеристика источников водоснабжения и приемников СВ: минимальный среднемесячный расход воды, показатели качества вод водных объектов в контрольных створах выше и ниже выпуска или забора воды (БПК, ХПК, рН, температура, взвешенные вещества).

**Лабораторная работа № 6**  
**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО**  
**ПАСПОРТА ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Цель работы:**

1. Изучить методику расчета ПДС и ПДВ для источников загрязнения окружающей среды.
2. Освоить основные принципы разработки проекта экологического паспорта предприятия.

**Порядок выполнения**

1. Для предложенного объекта собрать данные по выпускаемой продукции, расходу сырья и материалов, виду и количеству отходов, природоохранным сооружениям.
2. Используя методики расчета предельно допустимых выбросов в атмосферу (с определением максимального значения концентрации примеси при наиболее неблагоприятных климатических условиях) и предельно допустимых сбросов в поверхностные водоемы, рассчитать ПДВ и ПДС для каждого существующего источника загрязнения и по каждому веществу.
3. На основании полученных данных разработать проект экологического паспорта предложенного предприятия.

Экологический паспорт предприятия – это нормативно-технический документ, включающий в себя данные о потребляемых и используемых объектом ресурсах всех видов (первичных, вторичных) и определяющий весь комплекс его прямых влияний и воздействий на окружающую среду (ГОСТ Р 17.0.006-2000).

Основой для разработки экологического паспорта являются согласованные и утвержденные основные показатели производства, проекты расчетов предельно допустимых выбросов (ПДВ), нормы предельно допустимых сбросов (ПДС), разрешение на «природопользование», паспорта газо- и водоочистных сооружений и установок по утилизации и использованию отходов, данные государственной статистической отчетности, инвентаризации источников загрязнения и нормативно-технические документы.

**Лабораторная работа № 3**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ**  
**В ВОЗДУХЕ, ОЦЕНКА КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ**  
**АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ**

**Цель работы:**

*Выработать умения и навыки исследования наличия твердых веществ в воздухе и оценки кислотно-основных свойств атмосферных осадков.*

Пылевые частицы от природных и промышленных источников – весьма существенные компоненты воздуха, хотя при обычных условиях они присутствуют в относительно небольших количествах. Природными источниками пыли являются действующие вулканы, ветровая эрозия почв, биологические процессы (пыльца растений), лесные пожары, выносы с поверхностей морей и океанов, космическая пыль, антропогенными источниками твердых частиц – тепловые электростанции, автотранспорт, горнодобывающая промышленность, производство удобрений и пестицидов и промышленность строительных материалов.

В перечисленных выше естественных и антропогенных процессах образуются твердые частицы разного химического состава. Например, большое количество твердых частиц получается при сжигании угля – это частицы золы ( $\text{CaSiO}_3$ ), сажи (С), оксидов металлов ( $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). В глобальном масштабе твердые частицы в атмосфере имеют в основном минеральное происхождение, но в отдельных районах состав их меняется в зависимости от источников образования и могут преобладать силикаты, карбонаты, сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов, тяжелые металлы, углеводороды, сажа.

Опасными экологическими последствиями увеличения количества взвешенных твердых частиц в воздухе являются уменьшение прозрачности атмосферы, ее помутнение, которые особенно в городах приводят к снижению поступления прямой солнечной радиации на 18 – 20 %.

Загрязненной атмосферой особенно интенсивно поглощается коротковолновое УФ излучение, в результате отмечается «покрасне-

ние” солнечной радиации. Для человека и растений такое изменение спектрального состава неблагоприятно, так как ослабляется наиболее активное в биологическом отношении излучение.

Взвешенные частицы ослабляют солнечное излучение в результате различных оптических явлений: рассеяния, отражения и поглощения лучей. Это, в первую очередь, зависит от размера частиц:

- частицы диаметром более 1 мкм в значительной степени поглощают ИК лучи, в результате чего воздушные слои, содержащие подобные частицы, нагреваются, а нижние остаются более холодными;

- частицы диаметром менее или равным 1 мкм незначительно поглощают ИК излучение, они способствуют рассеянию света в видимой области спектра; но при диаметре менее 0,4 мкм они не оказывают заметного влияния на рассеяние света, хотя могут поглощать УФ лучи.

Вследствие загрязнения атмосферы происходит уменьшение освещенности: показатели солнечной естественной освещенности в городах на 10 – 20 % ниже, чем в пригороде.

Наличие в воздухе взвешенных частиц является нормируемым показателем.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в воздухе зависят от степени ее опасности для здоровья человека. В табл. П2 приведены ПДК пыли некоторых веществ в воздухе населенных пунктов. Значение максимально разовой ПДК пыли в воздухе не должно превышать 0,5, а среднесуточной – 0,15 мг/м<sup>3</sup>.

Обычно дождевая вода имеет слабокислую реакцию (рН = 5,6), что обусловлено присутствием в атмосфере углекислого газа. Кислотными называются атмосферные осадки, рН которых меньше 5,6. Возникновение кислотных осадков обусловлено выбросами в атмосферу кислотных оксидов, преимущественно SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>. К основным антропогенным источникам этих газов относятся тепловые электростанции, промышленные котельные, автотранспорт, технологические агрегаты металлургической, химической и других отраслей промышленности.

В нашей стране установлены следующие предельно допустимые концентрации кислот в атмосферном воздухе населенных пунктов: для HNO<sub>3</sub> ПДК<sub>м.р</sub> = 0,400, ПДК<sub>с.с</sub> = 0,150; для H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ПДК<sub>м.р</sub> = 0,300, ПДК<sub>с.с</sub> = 0,100 мг/м<sup>3</sup>.

нию к безаммиачной воде, в которую добавлены те же реактивы, что и в пробу).

6. Используя имеющиеся данные, построить градуировочный график, откладывая по оси абсцисс массовые концентрации ионов аммония (мг/дм<sup>3</sup>), а по оси ординат – соответствующие значения оптической плотности (график должен иметь прямолинейный характер).

7. Определить оптическую плотность исследуемого образца воды.

8. Найти массовую концентрацию аммиака и ионов аммония в исследуемом образце:

$$X = C \cdot 50 / V,$$

где  $C$  – массовая концентрация, найденная по градуировочному графику, мг/дм<sup>3</sup>;

$V$  – объем пробы, взятый для анализа, мл;

50 – объем стандартного раствора, мл.

За окончательный результат принять среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 10 %.

### **Выводы**

Обобщить полученные в ходе проведенных исследований данные, сделать вывод о соответствии результатов существующим стандартам для данной категории изучаемых объектов.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные виды загрязнения воды.
2. Категории водопользования.
3. Показатели качества воды. Понятие ПДК, ПДС, ЛПВ.
4. Интегральные показатели качества воды.
5. Способы подготовки питьевой воды.

образовывать окрашенное в желто-коричневый цвет соединение с реактивом Несслера. Интенсивность окраски раствора пропорциональна массовой концентрации аммиака и ионов аммония.

Нижний предел обнаружения – 0,05 мг  $\text{NH}_4^+$  в 1 дм<sup>3</sup>.

#### *Приборы и оборудование*

Фотокolorиметр ( $\lambda = 400 - 425$  нм).

Кюветы с толщиной оптического слоя 5 см.

#### *Посуда*

Мерные колбы на 50, 100, 1000 мл – 6 шт.

Мерный цилиндр на 50 мл.

Мерные пипетки на 5 мл.

#### *Реактивы*

Реактив Несслера.

Хлористый аммоний.

#### *Порядок выполнения*

1. Проверить дистиллированную воду на содержание аммиака, для этого к 5 мл воды прибавить 1 – 2 капли реактива Несслера. При обнаружении аммиака (появлении желтоватого окрашивания) дистиллированную воду кипятить в колбе 15 – 20 мин. Для приготовления всех растворов использовать только безаммиачную дистиллированную воду.

2. Приготовить основной стандартный раствор: 0,2965 г хлористого аммония растворить в мерной колбе на 100 мл. В 1 мл полученного раствора содержится 1 мг  $\text{NH}_4^+$ .

3. Приготовить рабочий стандартный раствор: 50 мл основного стандартного раствора поместить в мерную колбу вместимостью 1000 мл и довести до метки безаммиачной дистиллированной водой. В 1 мл полученного раствора содержится 0,05 мг  $\text{NH}_4^+$ .

4. В мерные колбы вместимостью 50 мл внести 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мл рабочего стандартного раствора и довести объем до метки безаммиачной водой. Полученные растворы содержат 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мг  $\text{NH}_4^+$  мг/дм<sup>3</sup>.

5. Провести фотометрирование полученных растворов, для этого к ним прибавить по 1 мл реактива Несслера, перемешать и дать постоять растворам 10 мин (фотометрирование проводить по отноше-

Водородный показатель кислотных осадков зависит от количества в атмосфере как кислот, так и воды, в которой они растворены: сильные дожди обычно менее кислотные, чем слабые, туманы и росы имеют уровень кислотности иногда в 100 раз выше, чем дождь.

#### **Опыт № 1**

#### ***Определение запыленности воздуха***

#### *Приборы и оборудование*

Фильтры.

#### *Посуда*

Стакан на 50 мл.

Воронка.

#### *Порядок выполнения*

1. Собрать 20 листьев с деревьев возле дороги, смыть дистиллированной водой пыль с поверхности, отфильтровать полученный раствор через предварительно взвешенный чистый сухой фильтр.

2. Фильтр с полученным осадком высушить в сушильном шкафу до постоянной массы.

3. По разности масс фильтра с сухим осадком и чистого фильтра определить массу пыли.

4. Подсчитать число обмытых листьев  $\Pi_1$ .

5. Взять 5 листьев, лучше разных по размеру, обвести каждый лист на бумаге, вырезать по контуру и взвесить вырезанные проекции листьев  $M_1$ .

6. Из той же бумаги вырезать квадрат размерами 10 × 10 см и взвесить его ( $M_2$ ).

7. Рассчитать поверхность листьев, использованных при исследовании:

$$S = M_1 \Pi_1 / (5 M_2), \text{ дм}^2.$$

8. Определить, сколько пыли осажается на 1 м<sup>2</sup> поверхности листьев.

9. Зная время накопления пыли (от момента выпадения последних осадков до исследования), рассчитать скорость осаждения пыли за сутки.

## Опыт № 2

### Определение массы растворимых и нерастворимых веществ в атмосферных осадках

#### Приборы и оборудование

Весы.

Водяная баня.

#### Посуда

Химический стакан на 150 мл.

Фарфоровая чашка.

#### Порядок выполнения

1. Поместить в стакан 100 мл исследуемой пробы атмосферных осадков.
2. Взвесить чистую сухую фарфоровую чашку.
3. Порциями выпарить на водяной бане исследуемую пробу, приливая ее в фарфоровую чашку.
4. По разности масс чашки с полученным сухим остатком и пустой чашки определить массу твердых веществ в анализируемой пробе.

## Опыт № 3

### Определение кислотно-основных свойств атмосферных осадков

#### Приборы и оборудование

pH-метр со стеклянным и хлорсеребряным электродами.

#### Посуда

Стакан на 50 мл.

#### Порядок выполнения

1. В химический стакан поместить 50 мл исследуемых атмосферных осадков.
2. С помощью pH-метра измерить pH пробы.

#### Выводы

Обобщить полученные в ходе проведенных исследований данные. Проанализировать результаты опытов 1, 2, 3. Указать антропо-

#### Посуда

Колбы конические на 250 мл – 4 шт.

Бюретка на 25 мл.

Мерный цилиндр на 100 мл.

Мерная колба на 250 мл.

Мерная пипетка.

Фарфоровая ступка.

#### Реактивы

Трилон Б 0,05 н. водный раствор.

Буферный раствор: 5 г хлорида аммония, 25 мл 25%-ного раствора аммиака и довести до 250 мл дистиллированной водой.

Хромоген черный.

#### Порядок выполнения

1. В три конические колбы внести по 100 мл исследуемой воды, прибавить по 5 мл буферного раствора, 5 – 7 капель индикатора или 0,1 г сухой смеси индикатора с сухим хлористым натрием (для приготовления этой смеси смешивают 0,005 г индикатора с 1,0 г хлорида натрия, предварительно тщательно растертого в ступке) и сразу же оттитровать при сильном взбалтывании раствором трилона Б до изменения окраски в точке эквивалентности (окраска должна быть синей с зеленоватым оттенком).

2. Вычислить средний объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование.

Рассчитать общую жесткость исследуемой воды по формуле

$$Ж_{\text{общ}} = V_{\text{тр}} \cdot C_{\text{н}} \cdot 1000 / V_{\text{H}_2\text{O}},$$

где  $Ж_{\text{общ}}$  – общая жесткость воды, моль/л;

$V_{\text{тр}}$  – объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование, мл;

$C_{\text{н}}$  – нормальная концентрация раствора трилона Б, моль/л;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  – объем воды, взятый для определения, мл.

## Опыт № 6

### Определение массовой концентрации аммиака и ионов аммония (суммарно)

Фотометрический метод определения массовых концентраций аммиака и ионов аммония основан на способности этих соединений

*Приборы и оборудование*  
Электроплитка с асбестовой сеткой.

*Посуда*  
Колба коническая на 250 мл – 3 шт.  
Бюретка на 25 мл.  
Мерный цилиндр на 100 мл.

*Реактивы*  
Раствор метилоранжа 1%-ный.  
Раствор соляной кислоты 0,1 н.

#### *Порядок выполнения*

1. В три конические колбы налить по 100 мл исследуемой воды. Добавить по 1–2 капли раствора индикатора. Оттитровать образцы в каждой колбе раствором соляной кислоты до перехода окраски индикатора от желтой к красной.

2. Определить средний объем кислоты, пошедшей на титрование. Рассчитать карбонатную жесткость исследуемой воды:

$$J_{\text{карб}} = V_{\text{HCL}} \cdot C_{\text{н HCL}} \cdot 1000 / V_{\text{H}_2\text{O}}$$

где  $J_{\text{карб}}$  – карбонатная жесткость, ммоль/л;

$V_{\text{HCL}}$  – объем раствора соляной кислоты, пошедший на титрование, мл;

$C_{\text{н HCL}}$  – нормальная концентрация соляной кислоты, моль/л;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  – объем воды, взятый для исследования, мл.

3. Прокипятить воду в течение 10 мин, дать ей остыть, провести повторный анализ на карбонатную жесткость. Рассчитать процент снижения жесткости.

#### **Опыт № 5**

##### ***Определение общей жесткости воды***

Метод основан на способности ионов кальция и магния образовывать прочное комплексное соединение с двузамещенной натриевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилоном Б).

Определение проводится титрованием пробы воды трилоном Б при  $\text{pH} = 10$  в присутствии индикатора.

генные источники соответствующих групп веществ в том населенном пункте, где проводились исследования.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Понятие пыли.
2. Особенности влияния наличия твердых веществ в атмосфере на живые организмы.
3. Нормативные показатели присутствия в воздухе взвешенных частиц.
4. Понятие кислотности атмосферных осадков.
5. Характеристики и особенности образования вредных выбросов предприятий химической промышленности.
6. Основные функции мониторинга и единой государственной системы экологического мониторинга.
7. Способы осуществления контроля загрязнений службами экологического мониторинга.

## Лабораторная работа № 4 – 5

### АНАЛИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

#### Цель работы:

Выработать умения и навыки проведения анализа питьевой воды.

Вода является химическим веществом, которое входит в состав живых организмов и является важнейшей составляющей живого вещества. Живые организмы состоят в среднем на 2/3 из воды (табл. 5). Вместе с тем вода – это важнейший экологический фактор, среда обитания живых организмов и важнейший природный ресурс.

Таблица 5 различают физические, химические и биологические загрязнения воды. Физические загрязнения воды определяются по запаху, окраске, нефтяным масляным жировым пятнам, содержанию взвешенных частиц, температуре. Химические загрязнения воды определяются по значению pH и минеральному составу (содержанию хлоридов, сульфатов, нитратов, катионов, ионов аммония). Биологические загрязнения оцениваются содержанием растворенного кислорода (БПК).

Вещество	Процент от веса тела
Вода	60
В том числе в тканях:	
жировых	20
костных	25
печени	70
мышечных	75
крови	79
мозга	85
лимфы	96
белка	19
Жиры	15
Минеральные вещества	5
Углеводы	1

Существуют два подхода к оценке качества воды: водохозяйственный и экологический. Водохозяйственный подход оценивает качество воды, вовлекаемой в хозяйственный оборот водопользователями.

Основные категории водопользования:

1) жилищно-коммунальная. Включает хозяйственно-питьевую и культурно-бытовую (водоемы в черте города, вода для купания, на спортивные нужды);

5. Определить оптическую плотность исследуемой пробы воды (в качестве контрольной жидкости использовать отфильтрованную дистиллированную воду).

6. По градуировочному графику определить цветность воды и выразить ее в градусах цветности.

Если исследуемая проба воды имеет цветность выше 70°, то пробу следует разбавить дистиллированной водой в определенном соотношении до получения окраски, сравнимой с окраской шкалы цветности. Полученный результат умножают на число, соответствующее величине разбавления.

#### Опыт № 4

##### Определение карбонатной жесткости воды

Жесткость воды обуславливает присутствие в ней ионов металлов (в большей степени  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ ).

Принята следующая классификация воды по уровню жесткости:

Класс воды	Общая жесткость, ммоль/л
Очень мягкая	До 1,5
Мягкая	1,5 – 3,0
Умеренно жесткая	3,0 – 6,0
Жесткая	6,0 – 9,0
Очень жесткая	Более 9,0

Различают временную и постоянную жесткость.

Временная (карбонатная) жесткость связана с присутствием в воде гидрокарбонатов кальция  $Ca(HCO_3)_2$  и магния  $Mg(HCO_3)_2$ , постоянная (некарбонатная) жесткость – с присутствием сульфатов и хлоридов кальция и магния.

Временную жесткость можно устранить путем кипячения воды, в результате чего труднорастворимый карбонат кальция выпадает в осадок и выделяется диоксид углерода:



Постоянная жесткость может быть устранена как химическими методами, основанными на связывании ионов кальция и магния в труднорастворимые соединения, так и с использованием мембранных методов разделения.

Временная и постоянная жесткость вместе составляют общую жесткость воды.

### Опыт № 3

#### Определение цветности воды

Цветность воды определяют фотометрически путем сравнения проб испытуемой жидкости с растворами, имитирующими цвет природной воды.

##### Приборы и оборудование

Фотокалориметр с синим светофильтром ( $\lambda = 413$  нм).

Кюветы с толщиной оптического слоя 5 см.

Весы.

##### Посуда

Мерная колба на 250 мл – 2 шт.

Мерная пипетка на 5 мл.

Мерный цилиндр на 100 мл.

Конические колбы на 250 мл – 5 шт.

##### Реактивы

Дихромат калия.

Сульфат кобальта ( $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).

Концентрированная серная кислота.

##### Порядок выполнения

1. Приготовить раствор № 1: 0,0219 г дихромата калия, 0,5 г сульфата кобальта, 0,25 мл серной кислоты растворить в дистиллированной воде и довести объем раствора до 250 мл. Раствор соответствует цветности 500°.

2. Приготовить разбавленный раствор серной кислоты (раствор № 2): 0,25 мл концентрированной серной кислоты довести дистиллированной водой до 250 мл.

3. Приготовить шкалу цветности: в соотношении, указанном в табл. 8, смешать растворы № 1 и № 2.

Таблица 8

Шкала цветности

Раствор № 1, мл	0	2	4	6	10	14
Раствор № 2, мл	100	98	96	94	90	85
Градус цветности	0	10	20	30	50	70

4. Построить градуировочный график по шкале цветности: полученные значения оптических плотностей и соответствующие им градусы цветности нанести на график.

2) рыбохозяйственная;

3) промышленная;

4) сельскохозяйственная;

5) рекреационное использование прибрежных зон.

Наиболее строгие требования к качеству воды предъявляются к 1-й и 2-й категориям водопользования, менее жесткие – к сельскохозяйственной и промышленной. Качество питьевой воды регламентируется ГОСТ 3351-74; ГОСТ 4192-82; ГОСТ 4151-72; ГОСТ 18165-81.

Основными показателями качества воды, нормирующими содержание вредных веществ, являются предельно допустимые концентрации, предельно допустимый сброс и лимитирующие показатели вредности. Последние по своей природе делятся на физические, химические и биологические (табл. ПЗ).

Главная цель нормирования качества воды – это предотвращение ее вредного воздействия на человеческий организм и окружающую среду.

Важнейшей среди водоохранных проблем является разработка эффективных с эколого-гигиенических позиций методов подготовки поверхностных вод для питьевых целей.

Загрязнение природных источников питьевого водоснабжения при недостаточной эффективности работы водоочистных сооружений влечет за собой ухудшение качества подаваемой питьевой воды и создает опасность для здоровья населения.

Более 100 лет метод обеззараживания воды хлором является в России наиболее распространенным при борьбе с загрязнением. Однако в последние годы было установлено, что хлорирование воды представляет серьезную угрозу для здоровья людей, так как попутно образуются хлорорганические соединения и диоксины. Добиться снижения концентрации указанных веществ в питьевой воде можно путем замены хлорирования на озонирование или обработку УФ лучами.

На ряде станций водоподготовки на заключительной стадии используют сорбционные процессы с применением активированного угля, который эффективно извлекает из воды нефтепродукты, ПАВ, пестициды, хлорорганические соединения.

При неуклонном возрастании техногенного загрязнения поверхностных вод в мировой практике питьевого водоснабжения в послед-

Интенсивность запаха воды

Интенсивность запаха	Запах
Нет	Не ощущается
Очень слабая	Не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании
Слабая	Замечается потребителем, если обратить на него внимание
Заметная	Легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде
Отчетливая	Обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья
Очень сильная	Настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению

ние десятилетия наметилась тенденция к переходу на использование артезианских вод, которые выгодно отличаются от поверхностных: уровень их минерализации, органического, бактериального и биологического загрязнения намного ниже. В ряде случаев такие воды вполне отвечают гигиеническим требованиям и могут использоваться потребителем, минуя традиционную подготовку. Однако если артезианские воды по своей гидрохимической природе бескислородные (не содержат растворенного кислорода), то они могут содержать ингредиенты-восстановители (ионы марганца, железа, сероводород) в концентрациях, превышающих допустимые. В этом случае необходима очистка, которая сводится к обработке воды сильными окислителями (перманганатом калия, озоном, кислородными соединениями хлора), в результате этого вышеобозначенные примеси переходят в нерастворимое состояние и затем легко удаляются фильтрованием.

### Опыт № 1

#### Органолептический метод определения запаха

##### Приборы и оборудование

Электроплитка с асбестовой сеткой.

Водяная баня.

Термометр.

##### Посуда

Колба коническая с притертой пробкой на 250 мл – 2 шт.

Часовое стекло.

Мерный цилиндр на 100 мл.

#### Порядок выполнения

1. Определить запах исследуемой пробы воды при 20 °С. В колбу с притертой пробкой поместить 100 мл воды, содержимое колбы несколько раз перемешать вращательными движениями, после чего колбу открыть и охарактеризовать интенсивность запаха.

2. Определить запах исследуемой пробы воды при 60 °С. В колбу налить 100 мл испытуемой воды. Горлышко колбы закрыть часовым стеклом и подогреть на водяной бане до 60 °С. Содержимое колбы несколько раз перемешать вращательными движениями.

3. Оценить интенсивность запаха согласно требованиям табл. 6.

### Опыт № 2

#### Органолептический метод определения вкуса

##### Порядок выполнения

1. Набирать испытуемую воду в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживая 3 – 5 с.

2. Определить характер и интенсивность вкуса и привкуса согласно требованиям табл. 7.

Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький.

Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами.

Интенсивность вкуса воды

Интенсивность вкуса и привкуса	Вкус и привкус
Нет	Не ощущаются
Очень слабая	Не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при лабораторном исследовании
Слабая	Замечаются потребителем, если обратить на них его внимание
Заметная	Легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде
Отчетливая	Обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья
Очень сильная	Настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению