

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова»

---

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

## **ЭКОЛОГИЯ**

**Учебно-методическое пособие к выполнению практических  
работ и самостоятельной подготовки студентов**

Каменск-Шахтинский

2015

УДК 504.064.48 (075)

Рецензент: канд.техн.наук, доц. Кундрюцков Д.Н.

Печатается по решению кафедры естественнонаучных дисциплин, информационных технологий управления

Протокол № 10 от 06.05.15

### **Аксенова Ольга Васильевна**

**Экология.** Учебно-методическое пособие к выполнению практических работ и самостоятельной подготовки студентов/Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2017.– 66 с.

В учебно-методическом пособии представлены практические работы по экологии для студентов технических специальностей. Тематика работ приближена к наиболее актуальным проблемам экологии.

Целью данного учебно-методического пособия является научить будущего специалиста определению содержания вредных веществ по отдельным ингредиентам в воздухе, в почве и водоеме, а также ознакомить с существующими методиками в службах экологической информации и мониторинга.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов следующих направлений подготовки: 08.03.01 Строительство, 13.03.02 Электроэнергетика электротехника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 23.03.01 Технология транспортных процессов, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

УДК 504.064.48 (075)

© Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ:

	стр
ВВЕДЕНИЕ	4
МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	4
КИСЛОТНЫЕ ОСАДКИ И МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ PH В ОСАДКАХ, ПРИРОДНЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ	16
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОДЫ	22
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ В ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ	28
КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ	31
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ	34
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНИОНОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ	42
ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ, СБРОСЫ И РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ	47
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ	54
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	59
ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
ЛИТЕРАТУРА	72

## ВЕДЕНИЕ

Возрождение России, включение ее в мировой процесс, направленный на реализацию модели экологически устойчивого развития, непосредственно связаны с решениями Конференции ООН по окружающей среде и развитию, представленными в ее основных документах: «Декларация Рио-де-Жанейро» и «Повестка дня на XXI век». Объясняется это тем непреложным фактом, что человечество вступило в новую эру своего существования, когда потенциальная мощь создаваемых им химических, биологических и физических средств воздействия на среду обитания становится соизмеримой с силами природы.

Обретает черты реальности предсказание великого естествоиспытателя В.И. Вернадского о том, что хозяйственная деятельность человека становится силой, способной изменить мир, поставив его на грань экологической катастрофы.

За XX век масштабы экономики выросли в 20 раз, использование природного топлива увеличилось в 30 раз, произошло расширение промышленности в 50 раз. К настоящему времени человечество синтезировало свыше 7 млн. новых химических веществ, при этом в повседневной жизни людей используется до 70000 видов различной химической продукции, номенклатура которой расширяется на 500-1000 единиц в год. Нетрудно предсказать все последствия этой «химической агрессии», так как по отношению к данным веществам организм человека не обладает генетической памятью целесообразного противодействия. Особенно остро стоят экологические проблемы в России. Главными причинами возникновения проблем являются:

- длительное экстенсивное развитие народного хозяйства;

- несоответствие природопользования природно-ресурсному потенциалу региона;
- слабое оснащение природоохранным оборудованием;
- невыполнение всего комплекса природоохранных мероприятий, включающих в первую очередь, контроль химических, биологических и физических экологических факторов воздействия и реакцию на них природных и антропогенных систем.

Перед всеми, кто ответственен за научно-технический прогресс, стоит объективное требование: учитывать уязвимость окружающей среды, обеспечить достоверный контроль с целью недопущения превышения ее «Пределов точности», глубже оценивать и прогнозировать суть свойственных природной среде сложных и взаимосвязанных явлений.

## **Тема 1. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Цель работы:** Приобретение навыков отбора проб различных сред

### **Теоретические сведения**

Любые процессы, связанные с производством, характеризуются не только преобразованием ресурсов и получением нужных веществ, но и образованием побочных продуктов. В большинстве случаев эти продукты чужды природной среде и являются ксенобиотиками. Попадая в «химическую лабораторию растительной или животной клетки», ксенобиотики вызывают негативные изменения в организме, которые обнаруживаются на разных уровнях, например на соматическом – в самых разнообразных формах (злокачественные образования, профессиональные заболевания и т.д.), на генно-хромосомном-мутации и т.п.

Деятельность микроорганизмов в воде и почве все чаще затормаживается различными токсичными элементами, а значит нарушается круговорот веществ, т.е. отходы больше не минерализуются деструкторами. Образуется большое количество веществ, которые невозможно разложить биологическим путем, и

они накапливаются в атмосфере, гидросфере, почве, нарушая деятельность большинства экосистем, поэтому при проведении оценки загрязненности окружающей среды необходимо учитывать уязвимость окружающей среды, и одновременно обеспечивать достоверный контроль, глубже оценивать и прогнозировать суть свойственных природной среде сложных и взаимосвязанных явлений.

#### *Характеристика основных нарушений равновесия в окружающей среде*

- *Атмосфера* - выбросы побочных продуктов в атомной, химической промышленности, металлургии и прочей деятельности, гниение органических веществ, насыщенность биосферы тяжелыми металлами, в результате сжигания твердого топлива.
- *Водная среда* - выпадение с осадками огромного количества кислот, уменьшение испарения с водной поверхности, водный кризис, так как многочисленные загрязнители могут растворяться в воде или во взвешенном состоянии переноситься на огромные расстояния. Вследствие гомогенности водной среды токсичные вещества оказывают воздействие на все организмы, обитающие ниже по течению. Другая проблема загрязнения вод состоит в том, что вода содержит относительно небольшое количество растворенного кислорода, в то время, как даже сильно загрязненный воздух содержит квазипостоянную концентрацию этого газа, вода не обладает таким свойством, поэтому кислород относится к лимитирующим экологическим факторам для большинства организмов, как в пресных, так и в соленых водах.
- *Литосфера* - наибольшей трансформации подвергается самый верхний ее горизонт в пределах суши, включающий земли различных категорий, из которых важнейшее значение имеет плодородная почва. Токсичные вещества накапливаются, а это приводит к нарушению единства геохимической среды.

Анализ всего комплекса рассматриваемых проблем привел к необходимости создания системы экологической безопасности, в рамках которой первостепенное значение имеет мониторинг критических экологических факторов.

Основная задача экологического мониторинга - это измерения, оценка и прогноз интенсивностей экологических факторов.

Достоверность измерений при проведении экологического мониторинга строится на основе национальной системы единства измерений, базирующейся на комплексах государственных эталонов исходных средств и стандартных образцах ведущих метрологических институтов.

Результаты измерений должны быть представлены в узаконенных в стране единицах, размеры которых, в установленных пределах, равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений с заданной вероятностью не должны выходить за установленные пределы.

### ***Виды нормирования параметров окружающей среды***

Экологическое нормирование подразумевает определение экологически обоснованных норм допустимой нагрузки загрязняющих веществ, т.е. допускает потерю отдельной особи при условии сохранения стабильности экосистемы. Санитарно-гигиеническое нормирование не допускает никакого ущерба даже отдельному организму

С позиции экологии предельно-допустимые концентрации вредных веществ имеют смысл верхнего предела устойчивости организма, при превышении которого то или иное вещество становится лимитирующим.

Все загрязняющие вещества в токсикологии принято оценивать по их воздействию на организм. Наиболее характерными являются токсичные (резорбтивные) и рефлекторные (органолептические) воздействия. Рефлекторные реакции проявляются в форме ощущения, например запаха.

Резорбтивное действие проявляется в канцерогенности, мутагенности.

### ***Нормирование загрязняющих веществ в атмосферном воздухе***

**Для загрязняющих атмосферу веществ установлены два вида предельно допустимой концентрации (ПДК): максимально-разовая и среднесуточная.**

*Максимально-разовая ПДК* введена с целью предупреждения негативных рефлекторных реакций при кратковременном воздействии, т.е. рефлекторные реакции у населения, при появлении запахов раздражающего действия.

*Среднесуточная ПДК* - для предупреждения токсического воздействия, т.е. предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье населения длительного поступления атмосферных загрязнений в организм человека.

Для отдельных веществ допускается использование *ориентировочно-безопасных уровней воздействия – ОБУВ*, сроки действия которых устанавливаются постановлением главного санитарного врача РФ.

Соблюдение ПДК атмосферных загрязнений является основой регулирования качества атмосферного воздуха населенных мест, и обеспечивает отсутствие прямого или косвенного влияния загрязнений на здоровье населения и условия его проживания.

#### *Нормирование загрязняющих веществ в водоемах*

Как и для примесей в атмосферном воздухе, для веществ, загрязняющих воду, используется раздельное нормирование качества воды, хотя принцип деления здесь иной и связан он с приоритетным назначением водного объекта, т.е. с категориями водопользования. Существуют различные категории водопользования: рыбохозяйственного назначения, санитарно-бытового, питьевого.

Некоторые вещества являются вредными лишь в сравнительно высоких концентрациях при контактном воздействии или воздействии на органы чувств, поэтому их ПДК в водных объектах имеют высокие значения. Однако в водных объектах второй категории они оказываются токсичными для ихтиофауны, и здесь на первое место выдвигается их токсическое действие. Соответственно ужесточаются ПДК на эти вещества. Например: в водных объектах 1-ой категории ПДК для аммиака составляет 2 мг/л, для 2-ой категории - в 40 раз ниже.



Есть вещества малотоксичные, но обладающие резким стойким запахом, например нефтепродукты. В водных объектах 1-ой категории, где преимущественное значение имеет запах, в основу ограничения ложатся органолептические свойства воды ПДК=0.3мг/л, однако в водоемах рыбохозяйственного назначения ПДК нефтепродуктов снижается до 0.05 мг/л. Это связано с тем, что ткани рыб, обитающих в водоемах загрязненных нефтью, приобретают резкий запах. Кроме того, нефть губительна для икры молодых рыб.

Для обеспечения качества водных объектов одновременно с ПДК используется другой ограничительный норматив - *лимитирующий показатель вредности*, не имеющий количественной характеристики, а отражающий приоритетность к качеству воды.

#### *Нормирование загрязняющих веществ в почвах*

Нормирование загрязняющих веществ в *почве* учитывает следующие направления:

- нормирование содержания ядохимикатов в пахотном слое;
- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;
- нормирование почвы в жилых районах.

Для установления ПДК используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах токсичности.

*ПДК загрязняющего почву вещества* – это максимальная концентрация, не вызывающая негативного прямого и косвенного влияния на природную среду и здоровье человека.

*ОДК* – ориентировочно-допустимая концентрация химического соединения в почве, установленная расчетным путем. Это временный норматив, устанавливается на срок до 3 лет.

**Фоновое содержание вещества в почве** – содержание вещества в почве, соответствующее ее природному составу.

## **Отбор проб воды**

**Техника отбора проб.** Ошибки, возникающие при неправильном отборе проб исправить нельзя. Условия, которые следует соблюдать при отборе проб, настолько разнообразны, что для всех случаев подробных рекомендаций дать невозможно. Отбор пробы воды является важной частью ее анализа, необходимым условием правильности получаемых результатов анализа. Главные принципы, которые следует соблюдать, состоят в следующем:

- проба воды, взятая для анализа, должна отражать условия и место ее отбора;
- отбор пробы, хранение, транспортировка и работа с ней должны проводиться так, чтобы не произошло изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах воды;
- объем воды должен быть достаточным и должен соответствовать применяемой методике анализа.

**Виды отбора.** Применяют **разовый и серийный** отбор проб. При разовом отборе пробу берут один раз в определенном месте и рассматривают результат одного анализа. Этот способ применяется в тех случаях, когда результатов одного анализа достаточно для суждения о качестве исследуемой воды.

Ввиду того, что качество воды в большинстве случаев изменяется, применяют *серийный* отбор проб, при котором каждую пробу берут в определенной связи с остальными. Для этого отбирают ряд проб для определения сезонных или дневных изменений качества воды, т.е. с интервалами в месяцах, сутках, часах.

При анализе серии проб получают соответствующее количество результатов анализа, которые обрабатывают и оценивают используя методы математической статистики. Полученные данные более правильны по сравнению с разовым отбором.

**Виды проб.** Различают **простую или смешанную пробу.**

**Простую** пробу отбирают путем однократного отбора всего требуемого количества воды. Анализ простой пробы дает сведения о составе воды в данный момент в одном месте.

**Смешанную** пробу получают, сливая простые пробы, взятые в одном месте через определенные промежутки времени или отобранные в различных местах водоема. Эта проба должна характеризовать средний состав воды исследуемого объекта за определенный период.

**Среднюю** пробу готовят обычно смешением равных частей проб, отобранных через равные промежутки времени. Средняя проба тем точнее, чем чаще интервалы времени.

Количество воды, которое необходимо отобрать, зависит от числа определяемых компонентов. Для неполного анализа, при котором определяют только несколько компонентов достаточно отобрать 1 литр воды. Для более подробного анализа следует отобрать не менее 2 л.

### **Приборы и оборудование для отбора проб**

Чаще используют стеклянные бутылки из прозрачного стекла, химически стойкого. Используемую посуду следует тщательно вымыть. Для мытья используют концентрированную соляную кислоту, синтетические моющие вещества, пропаривают над паром, наконец, вымытую посуду следует ополоснуть несколько раз дистиллированной водой, дают воде стечь и сушат в сушильном шкафу. Прежде чем взять пробу, необходимо посуду ополоснуть несколько раз водой, подлежащей отбору.

В большинстве случаев можно отбирать непосредственно в бутылку. Если доступ к воде затруднен, бутылку прикрепляют к шесту, снабженному держателем, или бутылку с дополнительным грузом опускают в воду на тросе. Иногда требуется отобрать пробу с глубины, для этого используют специальные устройства – батометры.

### **Основные указания для отбора проб из различных источников**

Отбор проб из рек и ручьев производят в местах наиболее сильного течения, рекомендуется избегать отбора в стоячей воды перед плотинами, в изгибах, глухих рукавах и т. п. Пробу отбирают под поверхностью воды.

Отбор проб из водохранилищ, озер и прудов производят из различных мест и с разных глубин. При отборе стоячей воды следует избегать мест с густыми зарослями водных растений.

**Отбор проб из родников, колодцев, скважин, дренажей** производят следующим образом: родник необходимо предварительно очистить, скважину предварительно откачать от застойной воды, также поступают и с водой из колодца, если им давно не пользовались, откачивание воды производить до тех пор пока вода не примет постоянную температуру. Пробы дренажной воды отбираются прямо из стока дренажных труб.

**Отбор дождевых вод, снега и льда** производят следующим образом: дождевую воду улавливают при помощи широкой воронки, если требуется определить средний состав дождевой воды, ее улавливают в течение всего времени, пока идет дождь. Если требуется определить качество чистой дождевой воды, ее собирают через несколько минут после начала дождя. Падающий снег улавливают точно также как и дождевую воду, а затем оттаивают. Пробы снежного покрова отбирают из мест, где он лежит наиболее толстым слоем. Сначала лопаткой снимают верхний слой, а затем наполняют снегом широкогорлую бутылку.

**Отбор проб сточных вод.** Отбирают обычно средние пробы. При отборе поступают точно также как и при отборе поверхностных проб, в местах наиболее сильного течения.

### **Ход определения**

Используя знания по «Технике отбора проб» проводят отбор проб воды из различных источников: из реки, дождевой, из криницы, водопровода. На бутылках с отобранными пробами делают необходимые записи. Пробы с водой анализируют при выполнении последующих лабораторных работ.

Сравнивают результаты полученных анализов проб с требованиями ПДК для вод различного назначения, указанные в таблицах (варианты №1, №2, №3).

### **Вариант №1**

Наименование показателя	Результат, полученный	в	Нормы ПДК рыб.хоз. значения	Выводы
-------------------------	-----------------------	---	-----------------------------	--------

	лаборатории, мг/дм <sup>3</sup>		
рН	6,5	6,5-8,5	
Сухой остаток	1350	1000-1500	
Хлориды	275	300	
Сульфаты	450	100	
Кальций	125	180	
Магний	25	50	
Железо	0,7	0,1	
Марганец	0,008	0,01	
Нитраты	12	40	
Аммиак	0,25	0,5	
Нефтепродукты	0,1	0,05	

## Вариант №2

Наименование показателя	Результат полученный в лаборатории, мг/дм <sup>3</sup>	Нормы ПДК в питьевой воды	Выводы
рН	8,5	-	
Сухой остаток	1200	1000-1500	
Хлориды	150	350	
Сульфаты	215	500	
Кальций	120	-	
Магний	50	-	
Жесткость	15,4	7-10	
Железо	0,75	0,3 (1,0 исключ.)	
Марганец	0,2	0,1(0,5)	
Нитраты	46	45	

Аммиак	0,25	-	
Хлор остаточный	0,3	0,3-0,5	
<i>Нефтепродукты</i>		0,25	

### Вариант №3

Наименование показателя	Результат полученный в лаборатории, мг/дм <sup>3</sup>	Нормы ПДК сан.-быт. значения	Выводы
рН	8,3		
Сухой остаток	1650	1500	
Хлориды	356	350	
Сульфаты	250	500	
Железо	1,4	0,3	
Марганец	0,06	0,1	
Нитраты	52	45	
нитриты	1,0	3,3	
Нефтепродукты	1,2	0,3	

### Отбор проб почв

Методы отбора, транспортировки, хранения и подготовки почвы к анализу должны обеспечивать неизменность состава проб в интервале времени между отбором и анализом.

При отборе пробы почвы должна быть определена протяженность и топография зон загрязнения. Участки для отбора проб почвы должны хорошо отражать структуру района исследования: почвенный покров, материнскую породу, рельеф, геологические и гидрологические характеристики.

Необходимым условием отбора проб почвы является предохранение пробы от вторичного загрязнения (в том числе от атмосферных осадков) на всех этапах отбора проб.

Для характеристики загрязнения почвы на определенной площади отбираются *объединенные* пробы почвы. Объединенную пробу составляют путем смешивания единичных проб почвы, отобранных в разных точках исследуемой пробной площадки размером не менее 10х10 м, которая располагается в типичном для данной территории месте. При обследовании площади менее 0.5 га размер площадки уменьшается и составляет 5х5 м.

*Объединенную* пробу составляют из 5-10 единичных проб, равномерно размещенных на пробной площадке. Объем единичных проб почвы должен быть одинаков, поэтому для пробоотбора лучше использовать почвенный щуп. Щуп – это металлический желоб, заостренный с одного конца и имеющий рукоятку для удобства пользования.

Взятие пробы проводится следующим образом: лопатой делается прикопка на глубину до 30-40 см, после чего со стенки берется образец на полную глубину горизонта массой 1-2 кг, предварительно очистив поверхность почвы от растений. Также отбирается образец поверхностной пробы до глубины 5-10 см той же массы.

Отобранные образцы почвы ссыпают на бумагу или клеенку, тщательно перемешивают, квартую 3-4 раза (почву разравнивают на бумаге в виде квадрата, делят его на четыре части, две противоположные части отбрасывают, две оставшиеся части перемешивают).

Оставшуюся почву после квартования делят на 6-9 квадратов, из центра которых отбирают примерно одинаковое количество почвы, обеспечивая захват всей толщины слоя. Пробу переводят в банки из стекла с герметичной крышкой. Таким образом, получают объединенную пробу, масса которой приблизительно равна 2 кг.

При отборе проб фоновых образцов используются те же методы, место выбирается типичное к контролируемому участку.

### **Ход определения**

Согласовав с преподавателем место для обследования участка, отбирают пробы образцов почвы, используя теоретический материал данной работы. Составляют акт отбора проб с

изображением плана местности, с нанесением точек отбора и разметкой ожидаемого участка загрязнения и местонахождения фонового участка. Производят подготовку образцов почвы для выполнения анализов: квартование, объединение проб, взвешивание образцов.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте характеристику максимально-разовой ПДК в атмосферном воздухе.
2. Для каких целей разработаны ПДК рыбохозяйственных водоемов?
3. Каким образом осуществляется нормирование загрязняющих веществ в почве?
4. Какие вещества относятся к группе ксенобиотиков?
5. Что такое смешанная проба?
6. Как осуществляется отбор проб воды в реке, озере?
7. Почему необходимо в сопроводительном документе точно указывать условия при отборе пробы?
8. Какие факторы влияют на качество аналитических измерений?
9. Перечислите основные виды отбора проб.
10. Что такое квартование пробы?
11. Как происходит оценка загрязненности территории вредными веществами?

**Удачи!**

## **Тема 2, КИСЛОТНЫЕ ОСАДКИ И МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ pH В ОСАДКАХ, ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ**

**Цель работы:** Определение водородного показателя среды методами pH – метрии и визуального колориметрирования.

### **Теоретические сведения**

Часть молекул воды диссоциирована на водородные и гидроксильные ионы. В химически чистой воде молярные концентрации этих ионов равны и составляют при 25<sup>0</sup> С 10<sup>-7</sup> моль/дм<sup>3</sup>.



Величина произведения обеих концентраций равна  $10^{-14}$ . Это произведение сохраняет постоянную величину и в присутствии веществ, при диссоциации которых образуются водородные и гидроксильные ионы. Поэтому вполне достаточно определить концентрацию одного из них. Практически определяют концентрацию водородных ионов.

Поскольку концентрация водородных ионов может иметь самое различное значение и различаться на несколько порядков, принято выражать ее величиной рН, представляющей собой десятичный логарифм активности ионов водорода, взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg a_{H^+}$$

В большинстве природных вод концентрация водородных ионов обусловлена лишь отношением концентраций свободного диоксида углерода и бикарбонатионов. В этих случаях рН колеблется от 4,5 до 8,3. На величину рН может оказать влияние повышенное содержание гуминовых веществ, карбонатов и гидроксидов, возникающих вследствие поглощения  $CO_2$  в процессе фотосинтеза, а в отдельных случаях также и повышенное содержание солей, подверженных гидролизу.

В атмосферных осадках величина рН зависит от содержания в воздухе данного региона аммиака, оксидов серы, азота. В сточных и загрязненных поверхностных водах, кроме того, могут содержаться сильные кислоты и основания.

Величина рН и рОН воды и водных растворов является характеристикой водоиспользуемых технологий всех отраслей производства, почвы, межклеточных и внутриклеточных систем животных и растительных организмов. В настоящее время используют два основных метода определения рН: *химический*, с помощью индикаторов, и *инструментальный*, использующий потенциометрический метод определения концентрации ионов  $H^+$ .

### **Опыт 1. Определение рН с помощью индикаторов**

Химический метод измерения рН основан на способности некоторых органических соединений изменять свою окраску в

зависимости от активности иона водорода  $a_{H^+}$  в растворе электролита. Такие соединения называют *кислотно-основными индикаторами*.

Ниже приведены названия некоторых индикаторов и указаны области перехода их окраски.

Индикатор	Интервал перехода рН	Окраска в растворе	
		более кислом	более щелочном
Малахитовый зеленый	0,0 – 2,0	<i>Желтая</i>	Голубовато-зеленая
Метиловый оранжевый	3,1 – 4,4	Красная	Желтая
$\alpha$ - Нитрофенол	5,0 – 7,0	Бесцветная	Желтая
Фенолфталеин	8,3 – 10,0	Бесцветная	Малиновая
Малахитовый зеленый	11,5 – 13,2	Голубовато-зеленая	Бесцветная

Каждый из перечисленных индикаторов может служить для приготовления цветовой шкалы, которая используется при определении водородного показателя колориметрическим методом (визуальное колориметрирование).

*Универсальный индикатор* окрашивается в среде с различным рН в разный цвет. Определение рН с помощью универсального индикатора сводится к сравнению окраски в исследуемом растворе с окраской, полученной в стандартном растворе с известным значением рН. Точность определения рН этим методом зависит от используемого инструмента сравнения окраски. В случае визуальной оценки она обычно невелика и составляет около единицы шкалы рН. Преимуществом метода является его экспрессность, простота, низкая себестоимость.

### Ход определения

С помощью индикаторов определяют рН серии приготовленных растворов:

- природной воды, отобранной из водоема;

- артезианской воды;
- дождевой воды;
- сточных вод промышленных предприятий.

Для проведения этого опыта используется универсальная индикаторная бумага или шкала эталонов для визуального колориметрирования. Опуская листик индикаторной бумаги в раствор, наблюдают изменение окраски листика индикатора. Окрашенный индикатор сопоставляют со шкалой индикатора и определяют рН каждого раствора.

## **Опыт 2. Потенциометрический метод определения рН**

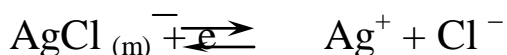
Большинство методов определения рН основано на измерении ЭДС гальванических элементов, в котором один электрод чувствителен к ионам  $H^+$  в водном растворе – *водородный электрод*, а второй – *вспомогательный*.

Водородный электрод служит первичным стандартом для определения величины рН. Однако вследствие экспериментальных трудностей, возникающих при его применении, используют другие, обратимые к ионам  $H^+$  электроды – *стеклянный, хингидронный и сурьмяный*.

Стеклянный электрод представляет собой шарик из тонкой стеклянной мембраны. Внутри его вмонтирован вспомогательный электрод, который погружен в раствор с постоянным значением рН, содержащий тот ион, по отношению к которому обратим вспомогательный электрод. Стеклянную мембрану готовят из специальных стекол, на поверхности которых формируется гелиевый слой, обладающий ионообменными свойствами. Стеклянный электрод обладает стабильными свойствами при хранении в водных растворах. Продолжительное нагревание при высоких температурах (до  $500^{\circ}C$ ) выводит из строя стеклянный электрод. Поскольку стеклянный электрод не является окислительно–восстановительным электродом, он обратим лишь к ионам водорода, поэтому мало чувствителен к присутствию посторонних ионов. Использование стеклянного электрода при измерении рН осуществляется в сочетании с высокоомным специализированным вольтметром, шкала которого отградуирована в единицах рН (рН-метр). Точность измерений рН-метра до  $\pm 0,01$

в области от 1 до 12, а в сильно кислой и щелочной областях ошибка больше.

Вспомогательный хлоридсеребряный электрод представляет собой впаянную в стекло серебряную проволоку, опущенную в насыщенный раствор KCl и поэтому всегда покрытый прочной пленкой AgCl. Он применяется как внутренний в стеклянных электродах и реже как вспомогательный электрод. Неизменность электродной реакции



в водных растворах наблюдается в интервале pH 0 – 13 и выше;

$$E^0_{\text{Ag}} = 0,22234 \text{ В при } 25^0 \text{ С.}$$

Вспомогательный каломельный электрод состоит из ртути, хлорида ртути (1) и ионов хлора:  $\text{Hg}_{(ж)} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(тв)} \mid \text{Cl}^-$  погруженный в 0,1н или насыщенный KCl.

Поверхность ртути насыщена каломелью. Избыток твердой  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  гарантирует, что раствор остается насыщенным при изменениях температуры. Идеальный вспомогательный электрод должен обладать постоянным и воспроизводимым потенциалом, мало зависимым от температуры. Для каломельного электрода:

$$E_{\text{Hg}^+ / \text{Hg}} = 0,3356 \text{ В (0,1м KCl);}$$

$$E_{\text{Hg}^+ / \text{Hg}} = 0,2444 \text{ В (насыщ. р – р KCl).}$$

### Реактивы

- 1.Буферный раствор, pH 4,01 – гидрофталат калия.
- 2.Буферный раствор, pH 6,86 – дигидроортофосфат калия.
- 3.Буферный раствор, pH 9,22 – тетраборат натрия.
- 4.Буферный раствор, pH 12,45 – гидроксид кальция.

### Ход определения

Проверяют и устанавливают так называемый механический нуль прибора перед его включением. Включают pH-метр и после прогрева и установки электрического нуля проверяют и

корректируют его шкалу по двум-трем буферным растворам. Для этого в стакан с буферным раствором помещают стеклянный и каломельный электроды. Измерив величину рН буферного раствора, записывают его значение и спустя 2 – 3 минуты повторяют измерение. Если оба значения рН совпадают, то потенциал электрода считают установившимся. Аналогичные операции проводят со вторым и третьим буферными растворами, предварительно промыв электроды дистиллированной водой и сняв капли ее фильтровальной бумагой.

После проверки и коррекции шкалы прибора приступают к измерению рН проб воды.

Предварительно определяют рН проб воды с помощью индикаторов, а затем рН-метром:

- природной воды, взятой из реки;
- артезианской воды;
- дождевой воды;
- сточных вод промышленных предприятий.

Перед началом измерения электроды промывают дистиллированной водой, затем исследуемой водой и лишь после этого погружают в анализируемую пробу. Пробу следует предварительно тщательно перемешать, чтобы ее состав непосредственно у поверхности электрода соответствовал ее общему составу. Температура пробы перед определением устанавливается термометром.

Измеряемая величина потенциала стеклянного электрода отсчитывается в милливольтгах или в единицах рН. Если прибор имеет милливольтговую шкалу, то необходимо провести калибровку измерительных электродов по буферным растворам с известным значением рН. Для этого строят график зависимостей найденных величин потенциалов от значений рН использованных буферных растворов.

Расчет активности водородных и гидроксильных ионов проводят на основании результатов определения значения рН.

Сравните полученные данные рН анализируемых проб двумя методами: методом визуальной колориметрии и потенциометрическим методом. Какой метод на Ваш взгляд является более точным?

## Контрольные вопросы

1. Что представляют собой кислотно-основные индикаторы?
2. Что характеризует водородный показатель среды?
3. Какие существуют методы определения pH?
4. Охарактеризуйте потенциометрический метод определения pH.

## Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ЗАГРЯЗИТЕЛЕЙ ВОДЫ

**Цель работы:** Количественное определение солей кальция и магния в природных водах.

### Теоретические сведения.

Природная вода в своем составе всегда содержит различные примеси – соли и газы, механические примеси, находящиеся во взвешенном состоянии, иногда органические вещества. Соли кальция и магния, присутствующие в воде, вызывают жесткость воды.

За единицу жесткости принимают содержания  $20,04 \text{ мг/дм}^3$  ионов  $\text{Ca}^{2+}$  или  $12,16 \text{ мг/дм}^3$  ионов  $\text{Mg}^{2+}$ . Жесткость выражается в ммоль/дм<sup>3</sup>. Различают жесткость временную или карбонатную, постоянную и общую.

Гидрокарбонаты кальция и магния обуславливают карбонатную жесткость или устранимую, поскольку при кипячении гидрокарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты и выпадают в виде плотного осадка.

Постоянная (некарбонатная) жесткость обуславливается содержанием в воде всех других растворимых солей кальция и магния.

Сумма временной и постоянной жесткости называется общей жесткостью ( $J_0$ ).

$J_0$  менее  $0,75 \text{ ммоль/дм}^3$  - воды с малой жесткостью;

$J_0 = 0,75 - 1,5 \text{ ммоль/дм}^3$  - воды со средней жесткостью;

$J_0 = 1,5 - 3,0$  ммоль/дм<sup>3</sup> - воды с повышенной жесткостью;

$J_0 = 3,0 - 4,5$  ммоль/дм<sup>3</sup> - воды с высокой жесткостью;

$J_0$  более 4,5 ммоль/дм<sup>3</sup> - воды с очень высокой жесткостью.

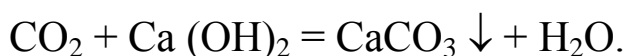
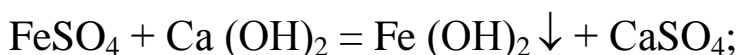
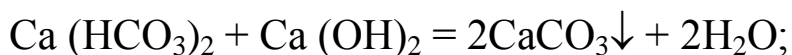
Присутствие в воде значительного количества солей кальция или магния делают воду непригодной для многих технических целей. Так, при продолжительном питании паровых котлов жесткой водой их стенки постепенно покрываются плотной коркой накипи. Такая корка уже при толщине слоя в 1мм сильно понижает теплопроводность стенок котла, что ведет к увеличению расхода топлива. Кроме того, она может служить причиной образования вздутий и трещин как в кипяtilьных трубах, так и на стенках самого котла. Жесткая вода не дает пены с мылом, такую воду нельзя использовать при крашении.

Удаление солей жесткости из воды называется умягчением. Для умягчения применяют различные методы.

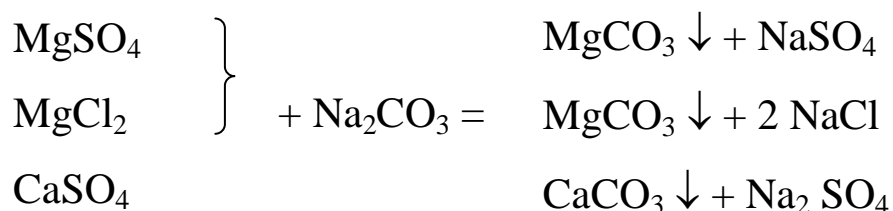
### Методы умягчения воды

Умягчение воды состоит в удалении солей кальция и магния путем связывания ионов кальция и магния в нерастворимые соединения. По применяемым реагентам различают следующие способы: известковый (используется гашеная известь), содовый (кальцинированная сода), натронный (гидроксид натрия), фосфатный (ортофосфат натрия) и термический.

1. **Умягчение гашеной известью** устраняет временную жесткость, удаляет ионы железа, связывает CO<sub>2</sub> :

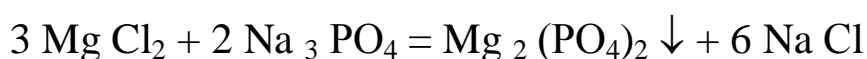
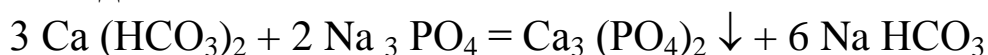


2. **Обработка кальцинированной содой** устраняет постоянную жесткость:



Этот метод умягчает до 0,15 ммоль / дм<sup>3</sup>

**3. Обработка ортофосфатом натрия** умягчает до 0,015 ммоль/ дм<sup>3</sup>

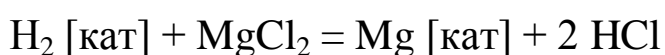


При совместном применении известково-содового и фосфатного методов достигается наиболее полное умягчение.

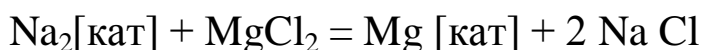
4. Существуют *ионообменные способы умягчения*, сущность которых состоит в удалении из воды ионов кальция и магния при помощи ионитов, способных обменивать свои ионы на ионы, содержащиеся в воде. Различают катионный (обмен катионов кальция и магния на ионы водорода или натрия) и анионный (обмен анионов, содержащихся в воде, на ионы OH<sup>-</sup>) обмены:

1) вода, проходящая через катионитные фильтры, освобождается от всех катионов, содержащихся в ней, а взамен получает из смолы катионы водорода или натрия:

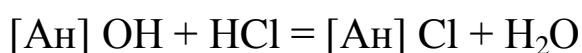
H – катионирование



Na – катионирование



2) вода, проходящая через анионитные фильтры, освобождается от анионов, получая взамен анионы гидроксильной группы.



Регенерацию H–катионитов проводят минеральными кислотами,

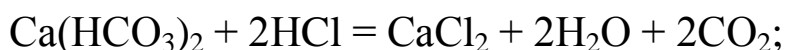
Na–катионитов – поваренной солью, а OH–анионитов – раствором щелочи.



Общая жесткость воды определяется аналитически. Современным методом определения жесткости является трилонометрический метод, т.е. титрование пробы воды раствором трилона Б в присутствии специальных индикаторов – хромогенов.

Хромогены образуют с ионами кальция и магния комплексные соединения, окрашенные в красно-фиолетовый цвет. При титровании трилоном Б содержащиеся в воде ионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  образуют с ним малодиссоциированные соединения и в конце титрования ионы кальция и магния полностью переходят от комплексного соединения с хромогеном к трилону и раствор окрашивается в сине-фиолетовый цвет – цвет самого красителя, что указывает на окончание титрования.

Карбонатную жесткость определяют титрованием пробы воды раствором соляной кислоты:



Некарбонатную жесткость находят по разности между общей и карбонатной жесткостью.

Содержание оксида углерода (IV) в воде определяют путем титрования раствором щелочи в присутствии индикатора фенолфталеина до достижения окраски эталонного раствора.

Проба воды должна характеризовать действительный ее состав, поэтому при отборе пробы из водопровода воду следует спустить в течение 10 – 15 минут.

Из рек пробу воды отбирают на глубине 0,75 м в нескольких местах, около берегов и в середине реки, как указано в лабораторной работе №1. Отдельные пробы смешивают вместе.

### **Реактивы**

1. Комплексон III – трилон Б, 0,05 моль/л (0,1 н) раствор. Растворяют 18,6 г комплексона III в дистиллированной воде и объем доводят до 1 литра.

Трилон Б – двузамещенная натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты:



- трилон Б или ЭДТА



2. Буферный раствор: 20 г х.ч.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  растворяют в дистиллированной воде, добавляют 100 мл концентрированного раствора  $\text{NH}_3$  и доводят объем до 1 литра.

3. Индикатор хромоген черный ЕТ – 0,5 г х.ч. препарата растворяют в 10 мл буферного раствора и доводят до 100 мл этиловым спиртом.

4. Соляная кислота: 0,1 нормальный раствор. Разбавляют 8,5 мл концентрированной соляной кислоты ч.д.а. доводят дистиллированной водой до 1 литра. Титр или поправочный коэффициент определяют по 0,1н раствору карбоната натрия.

5. Метилоранжевый 0,05 % - й раствор. Растворяют 0,05 натриевой соли метилового оранжевого в 100 мл горячей дистиллированной воды.

6. Раствор гидроксида натрия 0,01 н.

7. Эталонный раствор. В колбу наливают 200 мл дистиллированной воды, прибавляют 0,5 мл. 10%-го раствора  $\text{NaOH}$ , перемешивают и прибавляют 0,2 мл раствора фенолфталеина. Эталонный раствор окрашен в розовый цвет.

### **Оборудование**

1. Бюретка на 25 мл.
2. Цилиндры на 10 и 100 мл.
3. Конические колбы на 250 мл.
4. Пипетки на 20 и 100 мл.

### **Ход определения**

#### **Опыт 1. Определение общей жесткости**

В коническую колбу емкостью 250 мл помещают пипеткой 20 мл пробы воды, добавляют 80 мл дистиллированной воды, 5 мл аммиачного буферного раствора, 5-6 капель индикатора хромового темно-синего и титруют 0,1 н раствором трилона Б, до изменения окраски раствора.

Общую жесткость воды в ммоль/дм<sup>3</sup> вычисляют по формуле

$$Ж = \frac{A \cdot K \cdot N}{V} \cdot 1000 \quad ,$$

где V – объем пробы, взятой на титрование, мл;

N – нормальность раствора трилона Б;

A – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл;

K – поправочный коэффициент раствора трилона Б к данной его

нормальности (N=0,1н).

### **Опыт 2. Определение гидрокарбонатной жесткости**

В коническую колбу емкостью 250 мл помещают пипеткой 100 мл пробы воды, добавляют 3-4 капли индикатора метилового оранжевого и титруют 0,1н раствором соляной кислоты до перехода окраски раствора из желтой в оранжевую.

Карбонатную жесткость в ммоль/дм<sup>3</sup> вычисляют по формуле

$$Ж_K = \frac{A \cdot K \cdot N}{V} \cdot 1000 \quad ,$$

где A – объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, мл;

N – нормальность раствора соляной кислоты;

K – поправочный коэффициент для приведения HCl к точно 0,1 н ;

V – объем воды, взятой на титрование, мл.

### **Опыт 3. Определение содержание оксида углерода (IV)**

В плоскодонную колбу отмеряют 200 мл анализируемой воды, прибавляют 0,2 мл 1% -го раствора фенолфталеина и перемешивают. Если вода окрасилась от фенолфталеина и эта окраска более интенсивна по сравнению с окраской эталонного раствора, то вода не содержит свободного оксида углерода (IV).

Если вода не окрасилась от фенолфталеина или окрасилась слабее, чем раствор эталона, то ее титруют 0,01 н раствором гидроксида натрия до малиновой окраски.

Концентрация оксида углерода (IV) в мг/дм<sup>3</sup> определяется по формуле

$$CO_2 = \frac{44 \cdot N \cdot V \cdot 1000}{200},$$

где N – нормальность раствора NaOH;

V – объем NaOH, пошедший на титрование, мл.

### Контрольные вопросы

1. Виды жесткости.
2. Что понимают под общей жесткостью?
3. Какие соли кальция и магния обуславливают карбонатную жесткость?
4. Как определяют постоянную жесткость?
5. Почему для определения жесткости применяют трилон Б?
6. Что принимают за единицу жесткости?
7. Какие методы умягчения воды вы знаете?

**Удачи!**

## Тема 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ В ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ

**Цель работы:** Определение химического поглощения кислорода в загрязненных и природных водах.

### Теоретические сведения

В зависимости от степени загрязнения вода содержит вещества, окисляющиеся сильными окислителями, например, перманганатом, бихроматом и др. Количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, называется *окисляемостью*. Наиболее полное окисление достигается обработкой проб бихроматом в присутствии серной кислоты. Бихроматную окисляемость называют *химическим поглощением*

*кислорода* (ХПК). Если пробы воды анализируют не сразу после отбора, то их консервируют добавлением 2 мл разбавленной (1:2) серной кислоты на каждые 100 мл воды. Пробы питьевых вод надо консервировать, если они не могут быть проанализированы в течение 48 часов после их отбора; пробы поверхностных вод консервируют, если анализ их будет проводиться позже чем через 24 часа, а пробы сточных вод и сильно загрязненных поверхностных вод можно не консервировать только в том случае, если их будут анализировать в тот же день, через несколько часов после отбора.

Результаты определения окисляемости выражают в миллиграммах кислорода, эквивалентного расходу окислителя на 1 л пробы.

Общая окисляемость – это кислородный эквивалент всех органических и неорганических (за исключением хлорид – ионов) веществ, окисляющихся в условиях проведения определения.

### **Оборудование**

Колба круглодонная 250 мл с обратным холодильником.

### **Реактивы**

1. Бихромат калия, 0,25 н раствор.
2. Серная кислота, ч.д.а., концентрированная.
3. Сульфат ртути (II) ч.д.а.
4. Сульфат серебра ч.д.а.
5. Соль Мора, 0,25 н титрованный раствор. Растворяют 98 г  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в дистиллированной воде, прибавляют 20 мл концентрированной серной кислоты и доводят до 1 л дистиллированной водой.

Для определения точной концентрации раствора бихромата калия отбирают 25 мл 0,25 н бихромата калия, разбавляют дистиллированной водой до 250 мл, приливают 20 мл концентрированной серной кислоты и, после охлаждения, титруют раствором соли Мора в присутствии 2 – 3 капель раствора ферроина или 5 капель раствора N – фенилантраниловой кислоты.

Ферроин - индикатор. Растворяют 1,485 г порошка индикатора и 0,695 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в дистиллированной воде и разбавляют до 100 мл.

### Ход определения

Сильно загрязненные воды разбавляют перед определением так, чтобы на окисление расходовалось не более 50 % прибавляемого бихромата.

Отбирают 20 мл пробы (или меньший объем, доведенный до 20 мл дистиллированной водой) и помещают в круглодонную колбу для кипячения. Прибавляют 10 мл 0,25 н раствора бихромата калия, 0,4 г сульфата ртути (II), 0,4 сульфата серебра, стеклянные шарики и кусочек пемзы. Смесь перемешивают и осторожно приливают 30 мл концентрированной серной кислоты, после чего вставляют в колбу обратный холодильник и кипятят 2 мин. Охлаждают, приливают 100 мл дистиллированной воды, прибавляют 2 – 3 капли ферроина и титруют избыток бихромата раствором соли Мора.

Параллельно проводят холостой опыт с 20 мл дистиллированной воды.

Бихроматную окисляемость  $X$  в мг О/л вычисляют по формуле

$$X = \frac{(a - v)k \cdot 0,25 \cdot 8 \cdot 1000}{V} = \frac{2000(a - v)k}{V},$$

где  $a$  – объем раствора соли Мора, израсходованный на холостой опыт, мл;

$v$  – объем раствора соли Мора, израсходованный на титрование пробы, мл;

$k$  – поправочный коэффициент;

8 – молярная масса эквивалента кислорода, г/моль;

$V$  – объем пробы, взятой для определения.

## Ускоренный метод определения окисляемости

Если окисляемость анализируемой воды лежит в пределах 500 – 4000 мг О /л, для анализа берут 1 мл пробы, если 50 – 500 мг О/л – 5 мл пробы, если больше 4000 мг О/л – воду разбавляют.

В пробу вводят 2,5 мл 0,25 н раствора бихромата калия, 0,2 г сульфата ртути и концентрированную серную кислоту (7,5 мл на 1 мл пробы). Через 3 мин раствор охлаждают до комнатной температуры, приливают 100 мл дистиллированной воды и титруют избыток бихромата раствором соли Мора. Расчет окисляемости  $X$  в мг О/л проводят по формуле

$$X = \frac{(a - e)k \cdot 0,25 \cdot 8 \cdot 1000}{V} = \frac{2000(a - e)k}{V},$$

где  $a$  – объем раствора соли Мора, израсходованный на холостой опыт, мл;

$e$  – объем раствора соли Мора, израсходованный на титрование пробы, мл;

$k$  – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора соли Мора к точно 0,25 н;

8 г/моль – молярная масса эквивалента кислорода;

$V$  – объем пробы, взятой для определения.

## Контрольные вопросы

1. Что называется окисляемостью?
2. Что понимается под химическим поглощением кислорода (ХПК)?
3. Какие существуют методы определения окисляемости?
4. Изложите метод, который Вы использовали для определения ХПК.

**Удачи!**

## Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ

**Цель работы:** Определение нитратов в поверхностных, питьевых и сточных водах.

### **Теоретические сведения**

Нитраты встречаются почти во всех видах вод. В поверхностных и родниковых водах количество их обычно незначительно.

Однако в некоторых родниковых водах концентрация нитратов высока. Предельно-допустимая концентрация нитратов в природной воде составляет не более  $45 \text{ мг/дм}^3$ . Содержание нитратов в грунтовых водах служит оценкой характера процессов минерализации при фильтровании воды через почвенные слои. Содержание нитратов в поверхностных водах свидетельствует о процессах самоочищения в природе.

Для определения нитратов в питьевых, поверхностных и очищенных сточных водах, содержащих  $0,5 - 50 \text{ мг/л}$  нитратов, используют колориметрические методы с фенолдисульфоновой кислотой или салицилатом натрия.

Данный метод определения загрязнителя основан на реакции нитратов с салицилатом натрия в среде серной кислоты, сопровождающейся образованием соли нитросалициловой кислоты, окрашенной в желтый цвет.

### **Оборудование**

1. Фотометр с фиолетовым светофильтром ( $\lambda = 410 \text{ нм}$ ).
2. Кюветы с толщиной слоя  $1 - 5 \text{ см}$ .
3. Баня водяная.
4. Колбы мерные  $50, 100 \text{ см}^3$ .
5. Чашки фарфоровые.

### **Реактивы**

1. Салицилат натрия,  $0,5 \%$  - водный раствор (свежеприготовленный). Растворяют  $0,5 \text{ г}$  салицилата натрия в  $100 \text{ см}^3$  дистиллированной воды.
2. Серная кислота, концентрированная.
3. Едкий натр,  $10 \text{ н}$  раствор. Растворяют  $400 \text{ г}$   $\text{NaOH}$  в дистиллированной воде и после охлаждения доводят до  $1 \text{ дм}^3$ .
4. Нитрат калия, стандартный раствор, содержащий в  $1 \text{ см}^3$   $0,100 \text{ мг}$   $\text{NO}_3^-$ . Растворяют  $0,1631 \text{ г}$   $\text{KNO}_3$ , высушенного при  $105^\circ\text{C}$ , в



дистиллированной воде, прибавляют 1 см<sup>3</sup> хлороформа и доводят водой до 1 дм<sup>3</sup>.

5. Рабочий раствор. Разбавляют 10 см<sup>3</sup> стандартного раствора дистиллированной водой до 100 см<sup>3</sup>, 1 см<sup>3</sup> раствора содержит 0,01 мг NO<sup>-3</sup>.

**Калибровочная кривая.** Готовят стандарты, содержащие 0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 20 мг NO<sup>-3</sup> в 1 дм<sup>3</sup>. Для этого в колориметрические пробирки отбирают 0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 см<sup>3</sup> рабочего раствора нитрата калия, доводят дистиллированной водой до 10 см<sup>3</sup>. Затем растворы переносят в фарфоровые чашки, прибавляют по 1 см<sup>3</sup> раствора салицилата натрия и выпаривают на водяной бане досуха. Сухой остаток после охлаждения увлажняют 1 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты, тщательно растирают его стеклянной палочкой и оставляют на 10 мин. Затем добавляют 5 – 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и количественно переносят в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup>. Прибавляют 7 см<sup>3</sup> 10 н раствора NaOH, доводят до метки дистиллированной водой и определяют оптическую плотность растворов с фиолетовым светофильтром при толщине слоя 1 – 5 см. Из полученных величин вычитают оптическую плотность нулевой пробы и строят графическую зависимость оптической плотности от содержания нитратов в растворах.

#### Ход определения

К 10 см<sup>3</sup> пробы прибавляют 1 см<sup>3</sup> раствора салицилата натрия и выпаривают в фарфоровой чашке на водяной бане досуха. После охлаждения сухой остаток увлажняют 1 см<sup>3</sup> серной кислоты и оставляют на 10 мин. Содержимое чашки разбавляют дистиллированной водой, переносят количественно в мерную колбу емкостью 50 см<sup>3</sup>, прибавляют 7 см<sup>3</sup> 10 н раствора едкого натра, доводят дистиллированной водой до метки после охлаждения и тщательно перемешивают. Окрашенный раствор колориметрируют. Из определенных значений оптической плотности вычитают оптическую плотность холостой пробы (приготовленной тем же способом с дистиллированной водой) и по калибровочному графику находят содержание нитрат-ионов.

Содержание нитрат-ионов в мг/дм<sup>3</sup> определяют по калибровочному графику.

### **Контрольные вопросы**

1. Где и в каком виде нитраты содержатся в окружающей среде?
2. Какие существуют нормы предельно-допустимых концентраций на нитраты в природных водах?
3. Какие существуют методы определения нитратов?
4. Почему повышенное содержание нитратов в воде и продуктах питания опасно для организма человека и животных?

**Успехов !**

### **Тема 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ**

**Цель работы:** Ознакомление с гравиметрическими методами анализа на примере определения нефтепродуктов в сточных водах.

#### **Теоретические сведения**

При выпуске сточных вод в водоем требуется их очистка. Условия спуска сточных вод в водоемы установлены правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами и водным кодексом РФ. Правила устанавливают нормы качества воды для водоемов. Поскольку сточные воды представляют собой полидисперсную гетерофазную агрегатно-устойчивую систему, то для очистки их необходимо разрушить агрегативную устойчивость и выделить из вод твердую фазу, а коллоидные и истинно растворенные компоненты подвергнуть деструктивной обработке до получения простых наименее токсичных конечных продуктов. При этом также требуется уменьшить объем твердой фазы. Этому способствуют механические, химические, физико-химические, биохимические методы очистки сточных вод, сочетанием которых создается технологическая схема очистных сооружений. Наибольшее распространение получили механические методы: процеживание, отстаивание, фильтрование.

Для очистки производственных сточных вод, содержащих взвешенные вещества, плавающие вещества, пленки нефтепродуктов используются различные конструкции отстойников. Конструктивно отстойники разделяют на горизонтальные, радиальные с центральным и периферийным выпуском стоков, двухъярусные и двухщелевые. Эффективность работы отстойников зависит от многих физических, химических и гидродинамических факторов, расхода, концентрации, температуры и состава сточных вод. Особенность очистки стоков отстаиванием состоит в том, что для каждого типа стоков имеются свои оптимальные расчетные и эксплуатационные параметры, например, при очистке сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты, применяются сооружения, называемые нефтеловушками.

Нефтеловушки представляют собой прямоугольные, вытянутые в длину резервуары, в которых за счет разности плотностей нефти и воды происходит их разделение. Нефть всплывает на поверхность, а минеральные примеси оседают на дно нефтеловушки. Кинетика всплытия нефти и осаждения твердых механических примесей в сточных водах зависит от ряда факторов: плотности нефти и механических примесей, крупности всплывающих и осаждающихся частиц, температуры сточной воды, соотношения количества нефти и твердых механических примесей и др., значимость каждого из факторов различна.

Нефтеловушки конструируются по типу отстойников, чаще всего горизонтальных. Сточная вода из распределительной камеры поступает в секции нефтеловушки через водосливной желоб или щелевую перегородку. Всплывшая нефть собирается по нефтесборным трубам, установленным в начале и в конце каждой секции нефтеловушки. Располагают их с таким расчетом, чтобы слой всплывших в ловушке нефтепродуктов не превышал 0,1 м и чтобы всплывшая нефть не попала в отводящий осветленную воду лоток, в конце каждой ловушки устанавливается полупогружной щиток. Для доочистки стоков после нефтеловушки применяются пруды-отстойники, рассчитанные на продолжительность отстаивания от 1,5 до 25 суток.

Для оценки работы очистных сооружений необходимо осуществлять лабораторный контроль над химическим составом сточных вод как поступающих на очистные сооружения, так и после очистки. Для оценки работы нефтеловушек необходимо

проводить анализ вод на содержание нефтепродуктов, растворенных в воде. После получения результатов анализа проводится расчет эффективности работы очистного сооружения (ОС). По результатам расчетов принимается решение о целесообразности эксплуатации этого очистного сооружения в сложившемся технологическом режиме или о необходимости проведения профилактической очистки ОС, или снижения поступающих нефтепродуктов в сточные воды. Для этого проводятся мероприятия, не допускающие загрязнение водосборной поверхности на территории предприятия, устраняются утечки нефтесодержащих веществ от технологических узлов и агрегатов, машин и механизмов. С целью проведения лабораторного контроля по определению нефтепродуктов используют различные химические, спектрометрические и гравиметрические методы анализа.

Результатом аналитических работ является получение *концентрации загрязнения*. Концентрацией загрязнения называется содержание каждого из загрязнителей в 1 м<sup>3</sup> сточной воды. Обычно результаты анализа выдаются в виде: мг/дм<sup>3</sup>.

**Гравиметрическим анализом** называют метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы определяемого вещества, выделенного либо в элементарном виде, либо в виде соединения определенного состава. Гравиметрические методы подразделяют на две группы: методы отгонки и методы осаждения [2,3].

Состав нефти сложен и разнообразен. В него входят соединения различных классов, значительно различающиеся по физическим и химическим свойствам. Поэтому точное определение всех этих соединений каким-либо одним, достаточно простым методом, практически невозможно.

В состав определяемых нефтепродуктов входят алифатические, алициклические и ароматические углеводороды. Для их определения используются различные способы разделения и определения органических веществ.

**Метод определения массовой концентрации нефтепродуктов** в различных водах гравиметрическим методом основан на *экстракции* органическим растворителем и отделении полярных соединений других классов нефтепродуктов методом

колоночной хроматографии на оксиде алюминия и последующим количественном определении [2].

**Экстракция** – это метод разделения и концентрирования, извлечения веществ из водной фазы в несмешивающуюся с ней органическую фазу. При экстракции вещество распределяется между двумя жидкими фазами. Наиболее часто в качестве реагентов применяют хлороформ, четыреххлористый углерод.

**Хроматография** - это физический метод разделения определяемых веществ, при котором разделяемые вещества распределяются между двумя фазами. Одна из фаз неподвижна, другая - подвижна и фильтруется через слой неподвижной фазы. После хроматографического разделения вещества могут быть количественно определены [2].

### **Оборудование**

1. Весы лабораторные, 2-й класс точности, ГОСТ 24104.
2. Вентилятор комнатный типа ВН10-УЧ.
3. Термометр КШ-14/23.
4. Колбы конические на 250 мл.
5. Холодильник ХПТ или ХШ.
6. Колба на 500 мл. (Эрленмейера).
7. Воронки на 100 мм.
8. Цилиндр на 1000 мл.
9. Мензурка на 100 мл.
10. Стаканчики для взвешивания.
11. Стакан на 50 и 100 мл.
12. Колбы мерные на 25 мл.
13. Пипетки мерные с делениями  $0,1 \text{ см}^3$ .

### **Реактивы**

1. Гексан ч.д.а.
2. Углерод четыреххлористый ч.д.а.
3. Хлороформ ч.д.а.
4. Алюминия оксид ч.д.а.
5. Натрий сернокислый ч.д.а.
6. Кислота соляная (пл.  $1,19 \text{ г/см}^3$ ).
7. Кислота серная концентрированная.

### **Ход определения**

## **Опыт №1. Проведение отбора проб воды. Консервация нефтепродуктов**

Пробы воды отбирают в стеклянные емкости с притертыми пробками. Объем пробы должен составлять не менее 3-3,5 дм<sup>3</sup>. При отборе проб составляют сопроводительный документ, в котором указывается цель анализа, место и время отбора, номер пробы, фамилия отбирающего пробу, дата. Например:

Проба №1
Цель анализа: _____
Место отбора: _____
Дата отбора: _____
Ф.И.О. _____

Проводят консервацию пробы, для чего добавляют к отобранному объему воды 2-4 см<sup>3</sup> экстрагента (хлороформ или четыреххлористый углерод) на литр пробы. Выполнение измерений с использованием законсервированных проб можно выполнять в течение двух недель [1,4].

Для выполнения измерений необходимо подготовить хроматографическую колонку. Для этого:

- берут стеклянную трубку длиной 10 см и диаметром 0,7-1,0 см с оттянутым нижним концом до диаметра 0,1 см и в нее помещают стеклянную вату слоем 0,5 см;
- засыпают в трубку оксид алюминия (предварительно прокаленный в муфельной печи) слоем 2-3 см (около 1 г) и снова помещают кусочек стекловаты;
- закрепляют хроматографическую колонку на штативе [1].

## **Опыт №2. Определение массовой концентрации нефтепродуктов**

Определение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах воды проводят следующим образом:

- 3-3,5 дм<sup>3</sup> исследуемой пробы воды подкисляют соляной кислотой (пл. 1,19 г/см<sup>3</sup>) до pH <5;

- приливают 150 см<sup>3</sup> хлороформа или четыреххлористого углерода и проводят экстракцию в течение 10 мин (операцию проводят в делительной воронке);
- переносят большую часть водного слоя в другой сосуд такой же вместимости, а оставшийся водный слой и слой хлороформа помещают в делительную воронку вместимостью 500-700 см<sup>3</sup>. Дают отстояться в течение 15 мин. После чего сливают нижний слой хлороформа в коническую колбу (Эрленмейера) вместимостью 500 см<sup>3</sup>, стараясь не захватить при этом ни воды, ни промежуточного слоя эмульсии;
- переливают водный раствор из второго сосуда снова в первый, туда же переносят оставшийся водный слой с эмульсией и добавляют 150 см<sup>3</sup> хлороформа и снова перемешивают в течение 5-7 мин.;
- сливают большую часть водного слоя, а остаток переносят в ту же делительную воронку и через 15 мин отделяют второй экстракт и присоединяют его к первой порции. Небольшим количеством хлороформа обмывают стенки сосуда, в котором проводились операции, и переносят после разделения в колбу с экстрактом;
- колбу с полученным экстрактом присоединяют к холодильнику, помещают на водяную баню и отгоняют хлороформ до тех пор, пока в колбе не останется 10-20 см<sup>3</sup> раствора;
- дают остыть колбе и разбирают установку;
- остаток хлороформа помещают в предварительно взвешенный стаканчик с крышкой и ставят в вытяжной шкаф, включают вентилятор и дают испариться хлороформу;
- взвешивают стаканчик до постоянного веса с закрытой крышкой. Когда масса перестанет изменяться, испарение закончить. Разность между массой бюкса с остатком и массой пустого бюкса показывает общее содержание экстрагируемых хлороформом веществ.

### **Опыт №3. Хроматографическое разделение полярных и неполярных нефтепродуктов. Гравиметрический анализ**

Гравиметрический анализ проводят следующим образом:

- остаток после отгонки растворяют 1-2 см<sup>3</sup> предварительно высушенным сульфатом натрия н-гексаном, полученный раствор переносят в хроматографическую колонку с оксидом алюминия, под которую подставляют чистую сухую колбу;
- пропускают вначале через колонку н-гексан в количестве 5 см<sup>3</sup>, а затем пропускают полученный раствор, первые порции н-гексана отбросить;
- из полученного раствора нефтепродуктов в н-гексане, свободном от полярных соединений, удаляют н-гексан, испаряя его из бюкса при комнатной температуре вентилятором также, как удаляли раньше хлороформ. Разность между массой пустого бюкса и массой бюкса с остатком после удаления н-гексана показывает содержание нефтепродуктов во взятом для исследования объеме пробы.

Содержание массовой концентрации нефтепродуктов  $X$  в мг/дм<sup>3</sup> рассчитывают по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 1000}{V},$$

где  $m_1$  – масса бюкса с остатком после удаления гексана, мг;

$m_2$  – масса пустого бюкса, мг;

$V$  – объем пробы, взятой для анализа, см<sup>3</sup>.

Для двух параллельных определений получают два значения концентраций  $X_1$  и  $X_2$  и рассчитывают среднее арифметическое значение:

$$X_{CP} = \frac{X_1 + X_2}{2}.$$

Результат количественного химического анализа в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде

$$X \pm \Delta$$

где  $\Delta$  - характеристика погрешности;

$X$  - результат измерения.



За результат измерения  $X$  принимают среднее арифметическое результатов параллельных определений, для которых выполняется условие

$$(X_1 - X_2) < d,$$

где  $X_1, X_2$  – результаты параллельных определений рабочей пробы,

$d$  – допускаемое расхождение между результатами параллельных определений одной и той же пробы. Его вычисляют по формуле

$$d = (X_{\text{cp.}} * d\%) / 100$$

Используя таблицу 6.1 определяют относительную погрешность  $\delta\%$ ,

по которой определяется погрешность данного определения

$$\Delta = X_{\text{cp.}} * \delta / 100$$

Вычисляют результат количественного химического анализа по вышеприведенной формуле

$$X \pm \Delta.$$

При превышении норматива оперативного контроля сходимости эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

Таблица 6.1.

Значения характеристик относительной погрешности и нормативов оперативного контроля при доверительной вероятности  $P = 0.95$

Диапазон измеряемых содержаний, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика относительной погрешности $\delta, \%$	Норматив оперативного контроля сходимости, $d\%$ (для двух параллельных определений)
Природные воды 0,3-0,9 Св.0,9	50	53

	25	26
Сточные воды		
0,3-0,5	50	53
0,5-50	25	26
св.50	10	11

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое экстракция? Раскройте сущность метода.
2. Что такое хроматография?
3. Приведите примеры основных типов очистных сооружений.
4. Какие факторы влияют на эффективность работы нефтеловушки?

## **Тема7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНИОНАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ**

**Цель работы:** Определение содержания синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в промышленных сточных водах.

### **Теоретические сведения**

Термином *анионактивные синтетические моющие вещества* обозначены поверхностно – активные соединения типа алкилсульфонатов и алкиларилсульфонатов. Их содержание в бытовых сточных водах достигает  $20 \text{ мг/дм}^3$ , а в промышленных сточных водах –  $1\text{г/дм}^3$ . Присутствие поверхностно-активных веществ в поверхностных водоемах и питьевых водах указывает на их загрязненность.

Фотометрическое определение с метиленовым синим дает общее содержание анионактивных моющих веществ. Биологически окисляющиеся синтетические моющиеся вещества определяют дважды: перед биохимическим окислением и после него в аэробных условиях [1].

Фотометрия - измерение светопоглощения растворов при определенной длине волны света. По найденной величине, пользуясь заранее построенным градуировочным графиком,

находят концентрацию поглощающего вещества в анализируемом растворе. При анализе бесцветных растворов добавляют реагенты, образующие с определяемым веществом интенсивно окрашенное соединение. Применяемые в фотометрии химические реакции должны приводить к возникновению, уменьшению или изменению окраски раствора. Светопоглощение должно подчиняться закону Бугера-Ламберта-Бера. Определение выполняют с помощью фотоэлектроколориметра, из ряда светофильтров выбирают тот, который обеспечивает наибольшее поглощение раствора. Большая монохроматизация света достигается при работе спектрофотометром. Фотометрия в видимой или ультрафиолетовой областях спектра отличается низким пределом обнаружения порядка  $10^{-6}$ -  $10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup> [2].

Фотоколориметры КФК-2, ФЭК-М предназначены для определения концентраций окрашенных растворов. В основу действия прибора положен принцип уравнивания интенсивности двух световых потоков, проходящих через анализируемый раствор при помощи переменной щелевой диафрагмы. Оптическая схема прибора устроена таким образом, что световой пучок, испускаемый лампой, проходит через систему зеркал и линз, проецируется на селеновые фотоэлементы, по пути световой пучок проходит через анализируемые кюветы, светофильтры. Свет, падающий на фотоэлементы, возбуждает в них фототоки, разность которых регистрируется гальванометром. При равенстве интенсивностей двух световых пучков стрелка гальванометра стоит на нуле.

Таким образом, принцип действия прибора основан на поочередном измерении светового потока  $F_0$ , прошедшего через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение, и потока  $F$ , прошедшего через исследуемую среду. Световые потоки  $F$  и  $F_0$  фотоприемниками преобразуются в электрические сигналы  $U$  и  $U_0$ , которые представлены на табло прибора.

На основании закона Бугера-Ламберта-Бера оптическая плотность контролируемого раствора определится по формуле:

$$D = -\lg (U - U_t) / (U_0 - U_t)$$

Измерение концентрации исследуемого раствора возможно при соблюдении основного закона светопоглощения, т.е. при линейной зависимости оптической плотности  $D$  исследуемого раствора от концентрации.

$$D = c + bC$$

$$D - c / b$$

где  $c$ ,  $b$  – коэффициенты, определяемые по градуировочной характеристике.

### ***Оборудование***

1. Весы лабораторные, 2-й класс точности.
2. Фотоэлектроколориметр ФЭК-60, КФК или любой другой, имеющий аналогичные характеристики.
3. Термометр КШ-14/23 ТУ 25-201.007-88.
4. Колбы конические на 50 и 100 см<sup>3</sup>.
5. Пробирки на 25 см<sup>3</sup>.
6. Воронки на 250 см.
7. Цилиндр на 25 см<sup>3</sup>.
8. Стаканчики для взвешивания.
9. Стакан на 50 и 100 на 25 см<sup>3</sup>.
10. Колбы мерные на 25 см<sup>3</sup>.
11. Пипетки мерные с делениями 0,1 см<sup>3</sup>.
12. Бумага универсальная индикаторная.

### ***Реактивы***

1. Вода дистиллированная.
2. Натрий додецилсульфат.
3. Фосфатно-буферный раствор (16,3308г калия фосфорно-кислого однозамещенного растворяют в 1200 см<sup>3</sup>

дистиллированной воды и 5,04г гидроксида натрия растворяют в 630 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Оба раствора смешивают).

4. Нейтральный раствор метиленового синего (0,35 г. метиленового синего помещают в колбу на 1дм<sup>3</sup>, растворяют в дистиллированной воде);
5. Кислый раствор метиленового синего (0,35 г. метиленового синего помещают в колбу на 1дм<sup>3</sup>, растворяют в дистиллированной воде, добавляют 6,5 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты, доводят до метки дистиллированной водой до 1 дм<sup>3</sup>
6. Хлороформ по ТУ 6-09-06-800-76.
7. Приготовление основного раствора синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ): берут навеску додецилсульфата натрия в количестве 0,5 г. и помещают в колбу на 1дм<sup>3</sup>, растворяют дистиллированной водой и добавляют 1 см<sup>3</sup> хлороформа. Доводят до метки дистиллированной водой.
8. Для построения градуировочного графика пипеткой на 5см<sup>3</sup> помещают в мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> основной раствор СПАВ в количестве 1,2,3,4,5, 6,7 см<sup>3</sup> и доводят до метки дистиллированной водой. Растворы готовят непосредственно перед анализом с концентрациями примерно 0,01-0,25 мг/дм<sup>3</sup>. При построении градуировочного графика по оси ординат откладывают значение оптической плотности, а по оси абсцисс – величину концентрации анализируемого вещества.

### **Отбор проб**

Если на поверхности водоема наблюдается пена, то при отборе проб следует не допускать, чтобы она попала в пробу. СПАВ неустойчивый компонент, поэтому его определение следует проводить вскоре после отбора проб. Если это невозможно, пробу консервируют прибавлением 2-4 см<sup>3</sup> хлороформа на 1 дм<sup>3</sup> пробы [1,5].

### **Ход определения**

В делительную воронку вместимостью 250см<sup>3</sup> помещают пипеткой 100 см<sup>3</sup> пробы, прибавляют 10см<sup>3</sup> фосфатного буферного раствора (рН=10), 5 см<sup>3</sup> раствора метиленового синего

нейтрального. Содержимое воронки активно перемешивают и оставляют на 15 мин.

Добавляют в воронку 8 см<sup>3</sup> хлороформа и энергично проводят встряхивание в течение 1 мин. Дают отстояться 1 мин. до полного расслоения жидкости.

Сливают хлороформный экстракт в такую же делительную воронку, в которую предварительно наливают 110 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 5 см<sup>3</sup> кислого раствора метиленового синего. В первую воронку добавляют 5 см<sup>3</sup> хлороформа взбалтывают в течение 1 мин и хлороформный экстракт также вливают во вторую делительную воронку; третью экстракцию проводят аналогично с 4 см<sup>3</sup> хлороформа.

Содержимое второй воронки встряхивают в течение 1 мин. И оставляют до расслоения жидкостей. Экстракт сливают в пробирку, через воронку с кусочком ваты для отделения мути.

Объем экстракта доводят хлороформом до 17 см<sup>3</sup> и измеряют оптическую плотность при длине волны 650 нм (красный светофильтр) в кюветах с толщиной слоя 30 мм. Раствором сравнения служит хлороформ.

### **Обработка результатов измерений**

Содержание массовой концентрации СПАВ  $X$ , мг/дм<sup>3</sup> рассчитывают по формуле

$$X = a \times V_1 / V_2$$

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

$V_2$  – объем пробы, взятой для анализа, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем хлороформного экстракта, см<sup>3</sup>.

Для двух параллельных определений получают два значения концентраций  $X_1$  и  $X_2$  и рассчитывают среднее арифметическое значение:

$$X_{\text{ср.}} = (X_1 + X_2) / 2$$

Допускаемое расхождение между параллельными определениями вычисляют, подставляя  $X_{\text{ср.}}$  в соответствующее выражение табл. 7.1.

Результат количественного химического анализа в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде

$$X \pm \Delta,$$

где  $\Delta$  - погрешность измерений.

Значения  $\Delta$  приведены в табл. 7.1. За результат измерения  $X$  принимают среднее арифметическое результатов параллельных определений, для которых выполняется условие

$$(X_1 - X_2) < \Delta,$$

где  $X_1, X_2$  – результаты параллельных определений рабочей пробы,

При превышении норматива оперативного контроля сходимости эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля и устраняют их.

Таблица 7.1

Значения характеристик относительной погрешности и нормативов оперативного контроля при доверительной вероятности  $P = 0.95$

Диапазон измеряемых содержаний, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика погрешности $\Delta$	Норматив оперативного контроля воспроизводимости $d$
0,015-0,1	0,003+0,18X	0,003+0,31X
0,1-0,25	0,01+0,11X	0,02+0,09X

При превышении норматива оперативного контроля воспроизводимости эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что представляют собой поверхностно-активные вещества?

2. Для каких целей используются поверхностно-активные вещества?
3. Какие существуют методы определения ПАВ?
4. Как устроена оптическая схема прибора?
5. Изложите используемый Вами метод определения ПАВ.

## **Тема 7. ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ, СБРОСЫ И РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ**

За основу при расчетах платы за сбросы \выбросы принято Постановление Правительства РФ № 632 от 28 августа 1992 г. «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещения отходов, другие виды вредного воздействия».

Плата за загрязнение окружающей природной среды взимается с природопользователей, осуществляющих следующие виды воздействия на окружающую среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и подвижных источников;
- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, а также любое подземное размещение загрязняющих веществ;
- размещение отходов.

Плата за загрязнение представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду Российской Федерации, которая возмещает затраты на компенсацию воздействия выбросов и сбросов загрязняющих веществ и стимулирует снижение или поддержание выбросов и сбросов в пределах нормативов, а также на проектирование и строительство природоохранных объектов.

Внесение платы за загрязнение не освобождает природоохранителей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды, уплаты штрафов за экологические правонарушения и от возмещения ущерба, причиненного загрязнением окружающей природной среды народному хозяйству,



здоровью и имуществу граждан, в соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» и другими законодательными актами Российской Федерации.

В связи с изменением уровня цен на строительство природоохранных сооружений и на другие виды природоохранной деятельности к нормативам платы за загрязнение окружающей природной среды применяются коэффициенты индексации (в 2000 г.  $K_{ИН} = 80$ ).

Общая плата за выбросы и сбросы загрязняющих веществ в природные объекты определяется по формуле

$$П = П_{Н} + П_{Л} + П_{СЛ},$$

где  $П_{Н}$  – плата за выбросы\сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю нормативы предельно-допустимых выбросов;

$П_{Л}$  – плата за выбросы \ сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов;

$П_{СЛ}$  – плата за сверхлимитный выброс \ сброс.

В свою очередь, каждая составляющая общей платы за выбросы \ сбросы определяется по формуле

$$П = \sum_i (C_i \cdot M_i),$$

где  $M_i$  – фактический выброс/сброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т;

$C_i$  – ставка платы за выброс 1 т  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов, в пределах установленных лимитов и при сверхлимитном выбросе соответственно. Она определяется по формуле

$$C_i = H_i \cdot K_{Э},$$

где  $K_{Э}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости данного региона. Для Центрального региона  $K_{Э}$  равен:

-для атмосферного воздуха – 1.9;

-для почвы – 1.6;

-для воды (г. Москва) – 1.16 - 1.41;

$N_i$  – базовый норматив платы за выброс \ сброс 1т i-го загрязняющего вещества и размещение отходов (приводится в табл. П1, П2, П3); для определения норматива платы за сверхлимитный выброс \ сброс стоимость 1 т загрязняющих веществ, в пределах установленных лимитов, умножается на коэффициент ( $k = 25$ ).

### **Расчет платежей за загрязнение окружающей среды**

$$ДП = П_б - П_п$$

где  $П_б$  – плата за загрязнение окружающей природной среды в базовом варианте, т.е. до внедрения системы очистки, руб.\ год;

$П_п$  – плата за загрязнение после внедрения предлагаемой системы очистки выбросов \ сбросов, руб. \ год.

### **Хозрасчетный эколого–экономический эффект внедрения технологии очистки**

$$Э = ДП - (С_б + E_n \cdot КЗ),$$

где  $С_б$  – годовая себестоимость очистки;

$$E_n = 0.15;$$

$КЗ$  – капитальные затраты на осуществление природоохранных мероприятий (в ценах текущего года).

Для расчетов себестоимости очистки принимаем, что стоимость реагентов, расходуемых в технологическом процессе, равна 70 % от годовой себестоимости очистки для отходящих газов и 59 % - для сточных вод. Расход и стоимость реагентов для очистки выбросов\сбросов рассчитываются на основании данных, полученных в ходе выполнения лабораторной работы. Цены на химические реактивы, воду, электроэнергию см. в табл. П4.

Капитальные затраты принимаются равными 58 % от себестоимости очистки 1000 м<sup>3</sup> газов и 44 % от себестоимости очистки 1000 м<sup>3</sup> сточных вод соответственно.

**Базовые нормативы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников**  
Таблица П1.

<b>Наименование</b>	<b>Норматив платы за выброс 1 т загрязняющих веществ, руб</b>	
	<b>В пределах допустимых нормативов выбросов</b>	<b>В пределах установленных лимитов (ВС нормативов выбросов)</b>
<b>Азота двуокись</b>	0,42	2,08
<b>Азота окись</b>	0,25	1,38
<b>Ангидрид серный</b>	0,17	0,83
<b>Ангидрид сернистый</b>	0,33	1,65
<b>ПАУ (полихроматические углеводороды)</b>	16500,00	82500,00
<b>Газообразные соединения фтора</b>	3,30	16,50

**Базовые нормативы за сброс загрязняющих веществ в водоемы**

Таблица П2

<b>Наименование</b>	<b>Норматив платы за сброс 1 т загрязняющих веществ, руб.</b>	
	<b>В пределах допустимых нормативов сбросов</b>	<b>В пределах установленных лимитов (ВС нормативов сбросов)</b>

<b>Кальций (Ca<sup>2+</sup>)</b>	0,01	0,05
<b>Медь (Cu<sup>2+</sup>)</b>	2217,50	11087,50
<b>Фтор (F<sup>-</sup>)</b>	2,96	14,78
<b>Железо (Fe<sup>2+</sup>)</b>	443,50	2217,50
<b>Железо общее</b>	22,18	110,88
<b>Хром (Cr<sup>6+</sup>)</b>	443,50	2217,50
<b>Хром (Cr<sup>3+</sup>)</b>	110,88	554,38
<b>Натрий (= SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>	0,02	0,10
<b>Мочевина</b>	0,03	0,15
<b>Алкилсульфонаты – СПАВ</b>		
<b>Алюминий (Al<sup>3+</sup>)</b>	4,44	22,18
<b>Нефтепродукты</b>	55,440	277,20
	44,35	221,75

## Базовые нормативы за размещение отходов

## Таблица ПЗ

<b>Виды отходов</b>	<b>Единицы физической величины</b>	<b>Норматив платы за размещение 1 т отходов в пределах установленных лимитов размещения отходов, руб</b>
<b>Нетоксичные отходы перерабатывающей промышленности</b>	м <sup>3</sup>	0,12
Токсичные отходы:		
<b>1-й класс токсичности</b>	т	14,00
<b>2-й класс токсичности</b>	т	6,00
<b>3-й класс токсичности</b>	т	4,00
<b>4-й класс токсичности</b>	т	2,00

Таблица П4

Ориентировочная стоимость некоторых реактивов, воды и электроэнергии (в ценах 2002 г.)

Реактив	Цена, руб./кг (/л)
Алюминий сернокислый	18,00
Алюмо-кремниевый коагулянт-флокулянт	2,00
Железо хлористое (+2)	15,00
Железо сернокислое (+2)	8,00
Кальция окись	12,00
Кальция карбонат	10,00
Кальций хлористый	10,00
Квасцы железоммонийные	50,00
Кислота ортофосфорная	26,00
Кислота серная	6,00
Кислота соляная	6,00
Мочевина техническая	13,00
Натр едкий	8,00
Натрий углекислый	6,00
Натрий фосфорнокислый двузамещенный	10,00
Полиакриламид (ПАА)	160,00
Уголь активированный АГ – 3	16,00
Вода техническая, руб/м <sup>3</sup>	1,22
Электричество, руб/(кВт·ч)	1,20

#### Контрольные вопросы

1. За что взимается плата с природопользователей?
2. Как рассчитывается общая плата за выбросы и сбросы?
3. Как определяется эколого-экономический эффект внедрения технологии очистки?

4. Какие существуют базовые нормативы платы за загрязняющие вещества?

## **Тема 8. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Цель всех аналитических определений и исследований сводится к нахождению результатов, наиболее близких к истинному содержанию компонентов пробы. Есть два показателя, по которым исследователь судит о своих результатах:

- 1) воспроизводимость полученных результатов;
- 2) соответствие их истинному содержанию пробы.

Воспроизводимость зависит от случайной ошибки анализа и определяет вероятность того, что результаты последующих измерений окажутся в некотором заданном интервале, в центре которого находится среднее значение всех определений, выполненных данным методом. Чем больше случайная ошибка, тем сильнее рассеиваются значения при повторении анализа и тем меньше точность метода.

Отклонения от истинного содержания компонента в пробе обусловлены систематической ошибкой. Систематические ошибки влияют на все измерения всегда в одинаковой степени. При этом величина их лежит вне области случайных ошибок. Метод анализа дает правильные значения только в том случае, когда он свободен от систематических ошибок. Случайные ошибки делают неточными результаты анализа, а систематические делают неверным сам анализ.

Для оценки точности результатов анализа необходим набор экспериментальных данных, поэтому при анализе каждой пробы следует проводить несколько параллельных определений. Предположим, что на экспериментальные данные влияет только случайная ошибка метода, и не играют роли ошибки, обусловленные точностью исследователя и оборудованием

лаборатории. Тогда разброс результатов анализа определяется только случайной ошибкой метода анализа.

Для оценки точности результатов анализа, аналитических определений пользуются статистической обработкой экспериментальных данных, при этом вычисляют следующие величины и используют обозначения:

$\bar{X}$  – среднее арифметическое;

$S^2$  – дисперсия;

$S$  – стандартное отклонение (средняя квадратичная ошибка);

$S_x$  – стандартное отклонение (средняя квадратичная ошибка) среднего арифметического;

$D_x$  – доверительный интервал среднего (отклонение полученных результатов от среднего арифметического);

$n$  – число измерений;

$X_i$  – отдельное (единичное) измерение;

$P$  – доверительная вероятность;

$t$  – коэффициент нормирования;

$m$  – число степеней свободы.

Проведя серию аналитических определений, прежде всего, отбрасывают результаты, которые являются грубыми ошибками. С этой целью проводят так называемый  $Q$  – тест. Результаты параллельных аналитических определений (для каждой пробы) располагают по порядку от наименьшего до наибольшего. Для первого и последнего рассчитывают значения  $Q$ :

$$Q' = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_n - x_1)} \quad Q'' = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_1)}$$

Эти показатели сравнивают с табличным значением  $Q(P, n)$  (см. табл. П 4), выбрав предварительно доверительную вероятность  $P$  (доля случаев, в которых среднее арифметическое лежит в определенных пределах, т.е. в границах доверительного

интервала  $D_x$  ). Если найденное значение  $Q < Q(P, n)$ , то подозрительный результат анализа не является грубой ошибкой и учитывается в дальнейших расчетах, если же  $Q > Q(P, n)$ , то этот результат отбрасывается. Если результат  $x_1$  или  $x_n$  отброшен, то число оставшихся результатов уменьшится на 1, и  $Q$  – тест повторяют для  $n - 1$  результатов. Так продолжают, пока не будут исключены все экспериментальные значения, полученные с грубыми ошибками.

Таблица П4

Числовые значения для  $Q(P, n)$

n	P = 0.90	P = 0.95	P = 0.99
3	0.89	0.94	0.99
4	0.68	0.77	0.89
5	0.56	0.64	0.76
6	0.48	0.56	0.70
7	0.43	0.51	0.64
8	0.48	0.55	0.68
9	0.44	0.51	0.64
10	0.41	0.48	0.60

Далее рассчитываются следующие величины:

- 1) среднее арифметическое

$$\bar{x}' = \frac{(\sum x_i)}{n};$$

- 2) дисперсия – рассеяние случайной величины относительно  $\bar{x}'$

$$S^2 = \frac{[\sum (x_i - \bar{x}')^2]}{(n-1)};$$



3) среднеквадратичная ошибка – мера разброса измерений относительно  $\bar{x}$  (чем меньше  $S$ , тем лучше воспроизводимость аналитической работы)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

В диапазоне  $\bar{x} \pm S$  находится 65 % от общего числа измерений. Чтобы расширить этот диапазон до 90, 95, 99 % измерений, используют коэффициент нормирования  $t (\bar{x} \pm S \cdot t)$ , зависящий от числа степеней свободы  $m = n - 1$  и от выбранного уровня доверительной вероятности  $P$ ;

4) средняя квадратичная ошибка среднего арифметического

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

по выбранному значению  $P$  и  $m$  в табл. П5 ищут коэффициент нормированного отклонения  $t$ ;

Таблица П5

Коэффициент нормирования  $t$  в зависимости от доверительной вероятности  $P$  и числа степеней свободы  $m$

<b>n</b>	<b>P = 0.90</b>	<b>P = 0.95</b>	<b>P = 0.99</b>
1	6.31	12.70	63.70
2	2.92	4.30	9.92
3	2.35	3.18	5.84
4	2.13	2.78	4.60
5	2.01	2.57	4.03
6	1.94	2.45	3.71
7	1.89	2.36	3.50
8	1.86	2.31	3.36

9	1.83	2.26	3.25
10	1.81	2.23	3.17

5) вероятное квадратичное отклонение среднего арифметического (доверительный интервал)  $D_{x'}$

$$D_{x'} = t \cdot S_{x'};$$

Доверительный интервал с заданной вероятностью  $P$  дает в общепринятой форме сведения об ошибке результатов анализа (указывает, с какой вероятностью надо ожидать ошибки данного значения  $\pm D_{x'}$  );

6) границы доверительного интервала

$$x' \pm D_{x'};$$

7) относительная ошибка анализа, %, вычисленная с доверительной вероятностью  $P$

$$\pm (D_{x'} / x') \cdot 100.$$

Таким образом, результат аналитического определения записывается в форме  $x' \pm D_{x'}$  с указанием доверительной вероятности  $P$ .

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

**Цель создания** данных методических рекомендаций обеспечения внеаудиторной самостоятельной работы студентов по дисциплине «ЭКОЛОГИЯ»

**Задача создания** данного пособия создание условий для приобретения навыков самоорганизации, самоконтроля, самоуправления.

Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины: максимальной учебной нагрузки обучающихся **72** часа, в том числе:

из них практических занятий и лабораторных работ **36** часа; самостоятельной работы обучающихся **36** часов.

Самостоятельная работа студентов организуется на основе целей и задач программы курса «ЭКОЛОГИЯ». Во вводной лекции преподаватель доводит до студентов содержание программы курса, указывает, что должны знать и уметь выпускники института (филиала) по данной дисциплине, приводит основную и дополнительную литературу для самостоятельной работы по курсу. Кроме того, преподаватель обращает внимание студентов на изучение литературы при проведении всех видов занятий, указывая авторов, наименование, издательство и год издания источников, которые необходимо изучить самостоятельно.

Успешное овладение дисциплиной «ЭКОЛОГИЯ», предусмотренное рабочей программой, предполагает выполнение ряда рекомендаций.

1. Следует внимательно изучить материалы, характеризующие курс и определяющие целевую установку, а также рабочую программу дисциплины. Это позволит чётко представлять, во-первых, круг изучаемых проблем, во-вторых, – глубину их постижения.

2. Необходимо иметь подборку литературы, достаточную для изучения дисциплины «ЭКОЛОГИЯ». В методических рекомендациях список основной литературы предлагается.

Необходимо использовать следующую литературу:

-учебники, учебные и учебно-методические пособия;

-первоисточники по изучаемой дисциплине;

-монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, изложенных в журналах и Интернет-ресурсах, приведенных ниже, представляющие эмпирический материал.

-справочная литература – энциклопедии, управленческие и экономические словари, тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально понятийный аппарат.

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Кроме того, работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания дисциплины, ее категорий, посредством обращения к энциклопедическим словарям.

4. Абсолютное большинство проблем рассматриваемых в изучаемой дисциплине носит не только теоретический, но прикладной характер. Это предполагает наличие у студента не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в

качестве инструментария для непосредственного анализа реальных производственных проблем.

5. Изучение дисциплины «ЭКОЛОГИЯ» предполагает со стороны студентов систематическую работу с периодическими изданиями, особенно статьями из журналов, с целью глубокого понимания современных тенденций развития науки и накопления фактического материала.

Контроль за самостоятельной работой студентов преподаватель осуществляет на практических занятиях, привлекая студентов к решению задач, а также предлагая к выполнению тесты промежуточного и итогового контроля, разработанные по нескольким вариантам.

Учитывая подготовленность того или иного студента, преподаватель может поставить перед ним задачу по более углубленному изучению проблемы и сообщению студентами результатов на занятиях, отведенных под проверку самостоятельной работы студентов по курсу.

## **ВОПРОСЫ, ВЫНЕСЕННЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ**

Биогеоценоз экологических систем
Взаимоотношение организма и среды
Экозащитная техника и технологии
Ознакомление с экономическими принципами природопользования.

Создание энергосберегающих производств
Рациональное использование природных ресурсов
Природоохранное право
Городские экологические службы в борьбе с загрязнением атмосферы.
Экологический контроль и экспертиза
Программы международного сотрудничества ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАЗ, ВОЗ, ЮНИДО, МАГАТЕ,
«Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы» (1993).

## Самостоятельная работа 1.

### Тема: Биогеоценоз экологических систем

**Цель:** Закрепить знания о биогеоценозе экологических систем

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект:

- круговорота веществ в биосфере: углевода, азота, фосфора.
- эффекта самоочищения.
- равновесия в экосистемах, нарушение равновесия.

## **Самостоятельная работа 2.**

**Тема: Взаимоотношение организма и среды**

**Цель:** Закрепить знания о взаимоотношении организма и среды

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

- Освоение возобновляемых и не возобновляемых ресурсов;
- Нерациональное использование природных ресурсов;
- Изменение энергетического (теплового) баланса отдельных районов земного шара;

## **Самостоятельная работа 3.**

**Тема: Экозащитная техника и технология**

**Цель:** Закрепить знания о экозащитной техники и технологии

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Некаталитические, каталитические, хемосорбционные методы очистки отходящих газов.

-Рекуперационные, деструкционные методы

-Технологии комплексной переработки сырья

#### **Самостоятельная работа 4.**

**Тема: Ознакомление с экономическими принципами**

**природопользования**

**Цель:** Закрепить знания об экономических принципах природопользования

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2.Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Создание территориально-производственных комплексов и промышленных зон.

-Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов, их связь с размещением производства.

-Минералогический состав. Эрозия почв. Процессы самоочищения в литосфере.

#### **Самостоятельная работа 5.**

**Тема: Создание энергосберегающих производств**

**Цель:** Закрепить знания об энергосберегающих производствах



**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

- Утилизация рекуперация и обезвреживание твердых отходов, захоронение отходов.

- Внедрение технологий комплексной переработки сырья.

### **Самостоятельная работа 6.**

**Тема: Рациональное использование природных ресурсов**

**Цель:** Закрепить знания о рациональном использовании природных ресурсов

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

- Гидросфера Запасы воды на Земле. Потребление воды.

- Литосфера. Земельный фонд. Земельные ресурсы Минеральные ресурсы

-Процессы самоочищения в литосфере

### **Самостоятельная работа 7.**

**Тема: Природоохранное право**

**Цель:** Закрепить знания о Природоохранном праве

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Юридические и экономические санкции к производствам, загрязняющим среду.

-Основы природоохранного права.

-Современный закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды -

### **Самостоятельная работа 8.**

**Тема: Городские экологические службы в борьбе с загрязнением атмосферы**

**Цель:** Закрепить знания о Городских экологических службах в борьбе с загрязнением атмосферы

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Очистка газовых выбросов от оксидов серы,

-азота,

-сероводорода

### **Самостоятельная работа 9.**

**Тема: Экологический контроль и экспертиза**

**Цель:** Закрепить знания об экологическом контроле и экспертизе

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Экологическая экспертиза проектов и стандартов, технических условий на новые виды сырья, изделий, материалов

-Эколого-экономическая сбалансированность регионов как государственная задача.

### **Самостоятельная работа 10.**

**Тема: Программы международного сотрудничества ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАЗ, ВОЗ, ЮНИДО, МАГАТЕ**

**Цель:** Закрепить знания об программах международного сотрудничества ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАЗ, ВОЗ, ЮНИДО, МАГАТЕ,

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2.Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по следующим вопросам:

-Соглашения и программы международного сотрудничества ЮНЕП, ЮНЕСКО, ФАЗ, ВОЗ, ЮНИДО, МАГАТЕ,

-Российский проект ГЭФ.

-Национальные программы и опыт решения экологических проблем. Конвенции, двухсторонние договора, соглашения, резолюция и

### **Самостоятельная работа 11.**

**Тема: «Программа действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы» (1993).**

**Цель:** Закрепить знания о Программе действий по охране окружающей среды для Центральной и Восточной Европы (1993).

**Задание 1:** Изучите материал лекции по данной теме. При отсутствии конспекта лекции, рекомендуется изучить материал и составить конспект по учебнику:

1. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>

2. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).

Составьте конспект по вопросу охраны окружающей среды для Центральной и Восточной Европы (1993).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Объясняя появление экологических проблем, можно ссылаться на несовершенство технологий, на недостаточность развития экономики тех или иных государств, на множество иных причин, но при этом не следует сбрасывать со счетов и «субъективный фактор», т.е. самого человека, чьи непрерывно растущие материальные потребности, в конечном счете, являются «центром кристаллизации» всех антропогенных влияний на природную среду. Мысль о том, что человек есть мера всех вещей, была высказана давно, но сегодня она обретает особое, экологическое звучание. Разговор об экологии сегодня должен быть прежде всего связан с обсуждением проблемы разумных потребностей человека и человечества.

В настоящее время вся территория нашей планеты подвержена различным загрязнением окружающей среды. Серьезный характер приобрели последствия разрушения биоценозов и загрязнения среды. Вся биосфера находится под все более усиливающимся давлением деятельности человека. Актуальной задачей становятся природоохранные мероприятия.

Чтобы полностью не разрушить место своего обитания и обитания всех остальных форм жизни, человеку необходимо очень бережно относиться к окружающей среде. А это значит необходим строгий контроль прямого и косвенного производства химических продуктов на окружающую среду, изыскание и применение методов минимизации вредного воздействия химических веществ на окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

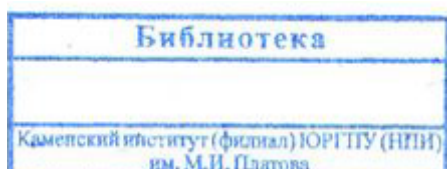
### Основная литература

1. ГОСТ 12071-84 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
2. ГОСТ 27753.1-88 Грунты тепличные. Методы отбора проб. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1984.
5. ГОСТ 17. 0. 02 – 79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязнения атмосферы, поверхности вод и почвы
  
6. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник Акимова Т.А., Хаскин В.В. Юнити-Дана 2012 г. 495 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/122647>
7. Экология Тулякова О. В. Директ-Медиа 2013 г. 182 с. Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/181287>

### Дополнительная литература

8. Общая экология [текст] : учебник / А. К. Бродский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2010. - 256 с. - (для бакалавров, магистров).
9. Экология для технических вузов [текст] : учебное пособие / В. М. Гарин, И. А. Клёнова, В. И. Колесников ; под общ. ред. В.М. Гарина. - Ростов н/Д : Феникс, 2001. - 384 с.
10. Аксёнова О.В. Экология: учебное пособие / О. В. Аксёнова, Л. Н. Великанова, С. А. Иванова. - Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ) Каменск. ин-т (филиал).- Новочеркасск: ЮРГТУ, 2004.-72 с.
11. Экология [текст] : учебник (Гриф Минобразования РФ) / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Ростов н/Д : Феникс, 2001. - 576 с.
12. Аксёнова О.В. Экология: учебно-методическое пособие / О. В. Аксёнова, Л. Н. Великанова ; Юж.-Рос. гос. техн. ун-т . - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2002. - 31 с.

13. Экология городской среды : Методические указания к практическим занятиям / Ю. А. Попова, М. А. Куликова. - Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2008. - 30 с. 14.
- Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. В. Дмитриев, А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. - М. : Академия, 2008. - 608 с.
15. Утилизация отходов производства: Учеб. пособие / В. Д. Винокуров, А. В. Козлов, В. П. Ступников и др.; Под ред. В. Д. Винокурова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 60 с.: ил.



Учебно-методическое издание

Аксенова О.В.

ЭКОЛОГИЯ

Отв. за вып. Е.Ю. Хаустова

Подписано в печать 06.05.15г.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 4,19 Уч.изд.л. 4,50 Заказ 50.

Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

347800, г. Каменск-Шахтинский, пр.Карла Маркса, 23.

E-mail: kpi\_mail@mail.ru