

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. Кафедрой РЭТЭМ  
\_\_\_\_\_ д.т.н. В.И.Туев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**Физические методы контроля окружающей среды**

Методические указания по СРС (самостоятельной и индивидуальной работе)  
студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 280700.62  
«Техносферная безопасность»

**Разработчик:**

**к.т.н. Апкарьян А.С.**

ТОМСК 2015

## Содержание

	Стр.
1. Введение	3
2. Цели и задачи дисциплины	4
3. Содержание лекционного курса	4
4. Правила выполнения лабораторных работ	4
5. Лабораторный практикум	6
6. Практические занятия	10
7. Тестовый контроль	11
8. Список экзаменационных вопросов	12
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	

Изучение дисциплины «Физические методы контроля окружающей среды» студентами технических высших учебных заведений предусматривает проведение определённого количества лабораторных и практических работ. В данных методических указаниях даются общие разделы, ознакомление с которыми необходимо для правильного проведения работ: содержание работы, описание экспериментальной установки и приборов, методика и последовательность проведения лабораторных работ, проведение мониторинга и обработка результатов измерений.

Данное методическое указание не ограничивается только лишь проведением эксперимента, анализом и измерением содержания загрязняющих веществ. В каждой работе дана и расчётная часть, а в отдельных работах полученные экспериментальные данные дают возможность провести аналитическое описание изученных свойств и сделать анализ состояния окружающей среды.

Некоторые работы проводятся непосредственно на действующем предприятии, используя современные приборы, что вызывает особый интерес у студентов, когда теоретические знания реально применяются на практике.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов знаниям и практическим навыкам по выбору и использованию методов и аппаратуры контроля состояния окружающей среды.

Задачей курса является:

- сформировать у студентов представления о принципах взаимодействия организмов и среды;
- познакомить студентов с методами исследований биологических и экологических объектов и процессов;
- научить использовать полученные знания в решении различных задач контроля, прогнозирования и управления экологическими процессами;
- познакомить с методами и аппаратами контроля для исследования экологических систем и процессов окружающей среды.

## 2. Содержание лекционного курса

### 2.1. Разделы лекционного курса

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	Мониторинг окружающей среды и экологический контроль	Общие представления о мониторинге окружающей среды. Автоматизированная информационная система мониторинга. Методы и средства наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды. Контактные методы контроля окружающей среды. Дистанционные		

		методы контроля окружающей среды. Биологические методы контроля окружающей среды. Экологический контроль		
2.	Контроль загрязнения атмосферного воздуха	Состав атмосферного воздуха. Классификация загрязнителей воздуха. Стандарты качества атмосферного воздуха. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Отбор проб воздуха. Аппаратура и методика отбора проб. Стандартные смеси вредных веществ с воздухом. Измерение концентраций вредных веществ индикаторными трубками. Индивидуальная активная и пассивная дозиметрия.	2	ПК-15
3	Контроль загрязнения водных объектов.	Состав гидросферы. Нормирование качества воды в водоёмах. Организация контроля качества воды. Отбор проб воды. Типы отбираемых проб. Виды проб и виды отбора проб. Устройства для отбора проб воды. Подготовка проб к хранению. Транспортирование проб. Методы контроля загрязнения гидросферных объектов.	2	ПК-15
4	Контроль загрязнения почв.	Оценка степени загрязнения почв. Отбор проб и методы контроля загрязнения почв.	2	ПК-15
5	Спектроскопические методы контроля.	Методы молекулярной спектроскопии. Методы атомной спектроскопии.	2	ПК-15
6	Электрохимические методы контроля окружающей среды	Потенциометрия. Вольтамперометрия.	2	ПК-15
7	Хроматографические методы контроля окружающей среды	Хроматографические характеристики. Устройство газового хроматографа.	2	ПК-15
8	Радиометрический анализ	Радиометрия. Ионизационный метод. Сцинтилляционный метод. Разрешающее время. Люминесцентный метод.	2	ПК-15
9	Термический анализ	Методы термического анализа. Методы и шкалы измерения температуры. Теплоемкость и её	2	ПК-15

		измерение. Теплопроводность и её измерение. Термический анализ (термография).		
		Итого	18	

## 2.2. Разделы внесённые на самостоятельную работу

2.2.1. Подготовка к лабораторным работам

2.2.2. Подготовка к лекциям.

2.2.3. Подготовка к практическим занятиям

2.2.4. Подготовка и сдача зачёта

## 3. Лабораторный практикум

### 3.1. Лабораторные работы:

№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1	Измерение мутности воды	4	ПК-15
2	Определение концентрации кальция в воде методом спектрометрии	4	ПК-15
3	Определение силы давления жидкости на плоскую стенку	4	ПК-15
4	Определение концентрации железа в воде методом спектрометрии (6 ч, самостоятельная работа)	4	ПК-15
5	Определение концентрации диоксида углерода (CO <sub>2</sub> ), пропана (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ), сероводорода (H <sub>2</sub> S) в атмосферном воздухе	4	ПК-15
6	Определение концентрации сероводорода (H <sub>2</sub> S) и диоксида серы (SO <sub>2</sub> ) в атмосферном воздухе	4	ПК-15
7	Определение концентрации диоксида азота (NO <sub>2</sub> ), дозврывоопасных концентраций суммы предельных углеводородов (C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> ) в атмосферном воздухе	4	ПК-15
8	Определение концентрации марганца в воде методом спектрометрии	4	ПК-15
9	Определение концентрации хлорид - ионов в воде методом спектрометрии	4	ПК-15
	Итого	36	

### 3.2. Правила выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физические методы контроля окружающей среды»

3.2.1. Каждая лабораторная работа выполняется бригадой в составе 3-4 студентов.

3.2.2. Прежде чем приступить к лабораторной работе, каждый студент должен изучить ее описание, подготовить бланк отчета и сдать преподавателю коллоквиум по теоретическим вопросам, относящийся к данной работе.

3.2.3. Студент, не имеющий бланк отчета или не сдавший коллоквиум, к проведению лабораторной работы не допускается. Он обязан отработать ее в указанное преподавателем время.

3.2.4. После окончания лабораторных занятий результаты измерений и расчетов каждый студент предъявляет преподавателю для визирования.

3.2.5. К началу следующего лабораторного занятия студент должен сдать законченный отчет по выполненной работе, без данного отчета он не допускается к дальнейшим лабораторным работам.

3.2.6. Отчет по работе выполняется на листах белой бумаги (формат А4) в соответствии с ГОСТ 2.105-95. На титульном листе указывается наименование работы, кто выполнил, кто проверил, указывается год выполнения работы. На листах отчета должны быть: цель работы, схема опытного устройства, таблицы результатов измерений и таблицы результатов расчетов, с расчетами. Особое внимание при проведении расчетов необходимо обращать на соблюдение единства систем единиц измерения. Все величины, участвующие в расчетах, выражать в единицах СИ. Графики строятся на бумаге формата А4 и прилагаются к отчету.

### **3.3. Инструкция по технике безопасности при работе в лаборатории по дисциплине «Физические методы контроля окружающей среды»**

3.3.1. К практическим занятиям в лаборатории допускаются студенты, получившие инструктаж по технике безопасности с соответствующим оформлением его в журнале.

3.3.2. Запрещается без разрешения преподавателя включать электрооборудование, открывать и закрывать задвижки и вентили трубопроводов, включать измерительные приборы и установки.

3.3.3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с заданием, с правилами безопасности проведения работ, проверить исправность ограждений и предохранительных устройств.

3.3.4. При работе в лаборатории выполняется только та лабораторная работа, которая предусмотрена планом. Категорически воспрещается выполнять другие лабораторные работы.

3.3.5. Во время выполнения лабораторной работы ходить без дела по лаборатории запрещается, т.к. этим отвлекается внимание других студентов и остается без наблюдения лабораторная установка, что может повлечь за собой несчастный случай.

3.3.6. Оборудование лаборатории относится к разряду опасных, в связи с возможностью поражения электрическим током, Поэтому студенты обязаны строго соблюдать правила безопасности. В случае прекращения подачи электроэнергии необходимо отключить установку и оставаться у рабочего места.

3.3.7. Если произошел несчастный случай, то необходимо немедленно оказать первую помощь и сообщить об этом преподавателю.

3.3.8. Бережное отношение к приборам и оборудованию лаборатории создает условия вашей безопасности.

3.3.9. Запрещается в лабораторию приносить верхнюю одежду.

3.3.10. По окончании работы приведите в порядок рабочее место

### **3.4. Отчет по работе**

Отчет по работе должен включать следующие пункты:

- 1 Титульный лист.
- 2 Наименование и цель работы.
- 3 Схему опытной установки.
- 4 Таблицу измерений.
- 5 Обработку результатов опыта.
- 6 Выводы..

Подписи исполнителей

Подписи руководителя

## **4. Тестовый контроль**

### **4.1. Первый промежуточный контроль (первая контрольная точка)**

- 4.1.1. Общие представления о мониторинге окружающей среды.
- 4.1.2. Автоматизированная информационная система мониторинга.
- 4.1.3. Методы и средства наблюдения и контроля над состоянием окружающей среды.
- 4.1.4. Контактные методы контроля окружающей среды.
- 4.1.5. Дистанционные методы контроля окружающей среды.
- 4.1.6. Биологические методы контроля окружающей среды.
- 4.1.7. Экологический контроль.
- 4.1.8. Контроль загрязнения атмосферного воздуха.
- 4.1.9. Состав атмосферного воздуха. Классификация загрязнителей воздуха.
- 4.1.10. Стандарты качества атмосферного воздуха.
- 4.1.11. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Отбор проб.
- 4.1.12. Аппаратура и методика отбора проб.
- 4.1.13. Стандартные смеси вредных веществ с воздухом.
- 4.1.14. Современные методы контроля загрязнения воздушной среды.
- 4.1.15. Измерение концентраций вредных веществ индикаторными трубками.
- 4.1.16. Индивидуальная активная и пассивная дозиметрия.
- 4.1.17. Контроль загрязнения водных объектов.
- 4.1.18. Состав гидросферы. Источники и загрязнители гидросферы.

### **4.2. Первый промежуточный контроль (первая контрольная точка).**

- 4.2.1. Нормирование качества воды в водоёмах.
- 4.2.2. Организация контроля качества воды.
- 4.2.3. Отбор проб воды.
- 4.2.4. Типы отбираемых проб.
- 4.2.5. Виды проб и виды отбора проб.
- 4.2.6. Способы отбора. Устройства для отбора проб воды.
- 4.2.7. Подготовка проб к хранению. Транспортирование проб.
- 4.2.8. Методы контроля загрязнения гидросферных объектов.
- 4.2.9. Оценка степени загрязнения почв.
- 4.2.10. Отбор проб и методы контроля загрязнения почв.
- 4.2.11. Спектроскопические методы.
- 4.2.12. Методы молекулярной спектроскопии.
- 4.2.13. Методы атомной спектроскопии.

- 4.2.14. Электрохимические методы.
- 4.2.15. Потенциометрия.
- 4.2.16. Вольтамперометрия.
- 4.2.17. Хроматографические методы.
- 4.2.18. Устройство газового хроматографа.
- 4.2.19. Радиометрический анализ.

## **5. Список экзаменационных вопросов**

- 5.1. Общие представления о мониторинге окружающей среды
- 5.2. Радиометрический анализ
- 5.3. Автоматизированная информационная система
- 5.4. Устройство газового хроматографа
- 5.5. Методы и средства наблюдения и контроля над состоянием окружающей среды
- 5.6. Хроматографические методы
- 5.7. Контактные методы контроля окружающей среды
- 5.8. Вольтамперометрия
- 5.9. Дистанционные методы контроля окружающей среды
- 5.10. Потенциометрия
- 5.11. Биологические методы контроля окружающей среды
- 5.12. Электрохимические методы
- 5.13. Экологический контроль
- 5.14. Методы атомной спектроскопии
- 5.15. Контроль загрязнения атмосферного воздуха
- 5.16. Методы молекулярной спектроскопии
- 5.17. Состав атмосферного воздуха. Классификация загрязнителей воздуха
- 5.18. Спектроскопические методы
- 5.19. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы
- 5.20. Отбор проб и методы контроля загрязнения почв
- 5.21. Аппаратура и методика отбора проб атмосферного воздуха
- 5.22. Оценка степени загрязнения почв
- 5.23. Современные методы контроля загрязнения окружающей среды
- 5.24. Методы контроля загрязнения гидросферных объектов
- 5.25. Измерение концентрации вредных веществ индикаторными трубками
- 5.26. Подготовка проб к хранению. Транспортирование проб
- 5.27. Индивидуальная активная и пассивная дозиметрия
- 5.28. Способы отбора. Устройства для отбора проб воды
- 5.29. Контроль загрязнения водных объектов
- 5.30. Виды проб и виды отбора проб
- 5.31. Состав гидросферы. Источники и загрязнители гидросферы
- 5.32. Типы отбираемых проб воды
- 5.33. Организация контроля качества воды
- 5.34. Отбор проб воды

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**



## **6.1. Основная литература**

- 6.1.1. Л. К. Садовникова. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие – 4-е изд., Высшая школа, 2006.-334 с. 50 экз.
- 6.1.2. М.В. Гальперин. Общая экология. Учебник. М, Форум. 2012 г., 335 с, 15 экз.

## **6.2. Дополнительная литература**

- 6.2.1 Г.В. Смирнов, С.В. Смирнов. Физические методы исследования объектов окружающей среды.: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007.-167 с. 50 экз.

## **6.3. Учебно – методическая литература**

- 6.3.1 А.С. Апкарьян. Физические методы контроля окружающей среды: методические указания по лабораторным работам. Кафедра РЭТЭМ, электронный вариант на <http://edu.tusur.ru/training/publications/1860>
- 6.3.2. А.С. Апкарьян. Физические методы контроля окружающей среды: методическое пособие по практическим занятиям. Кафедра РЭТЭМ, электронный вариант на <http://edu.tusur.ru/training/publications/1861>
- 6.3.3. Методические указания по выполнению самостоятельной работы приведены в методических указаниях по практическим занятиям на стр. 2-5 и методических указаниях по лабораторным занятиям на стр. 4-20, 42-50.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лабораторные работы должны проводиться в специально отведённых помещениях - лабораториях, обеспеченных горячим и холодным водоснабжением, канализацией, вентиляцией, противопожарной сигнализацией, средствами пожаротушения и аптечкой первой помощи.

Для проведения лабораторных работ необходимо иметь:

- 7.1. Аналитические (рычажные) весы.
- 7.2. Ёмкость для жидкости (ёмкость 2 литра).
- 7.3. Микропроцессорный портативный турбидиметр HI 93703
- 7.4. Спектрофотометр ПЭ-5400В.
- 7.5. Термопара (хромель - алюмелевая)
- 7.6. Потенциометр (Тмах не менее 600° С)
- 7.7. Приборы для измерения давления
- 7.8. Приборы для измерения температуры
- 7.9. Газоанализатор АНКАТ-7664М
- 7.10. Шкафы сушильные электрические с терморегулятором, обеспечивающие устойчивую температуру нагрева от 105 до 110°С. Шкафы сушильные для подсушивания проб с электрическим или газовым обогревом, с регулированием температуры от 40 до (50±5)°С естественной или искусственной вентиляцией или с обменом нагретого азота.
- 7.11. Термометр ртутный до 120°С с ценой деления шкалы 1°.
- 7.12. Бюксы стеклянные или алюминиевые с крышками для определения влаги в лабораторной или аналитической пробе. Противни из неокисляющегося металла для подсушивания проб.
- 7.13. Эксикаторы, наполненные свежепросушенным силикагелем или другими высушивающими веществами.
- 7.14. Весы с погрешностью взвешивания не более 0,2 мг.
- 7.15. Тигли, лодочки для сжигания из кварца, фарфора или платины, глубиной от 8 до 15 мм № 1, 2, 3 по [ГОСТ 9147](#) и ГОСТ 19908.

- 7.16. Тигли низкие 5 и 6, тигли высокие 4, 5, чаши выпарительные 2, 3, 4, 5 по [ГОСТ 9147](#); тигли и чаши фарфоровые, применяют до нарушения глазури на внутренней поверхности.
- 7.17. Плитка электрическая или песчаная баня, или колбонагреватель.
- 7.18. Фильтры обеззоленные бумажные диаметром 9 - 11 см с известной массой золы одного фильтра.
- 7.19. Вода дистиллированная по [ГОСТ 6709](#)..
- 7.20. Спирт изопропиловый
- 7.21. Секундомер любого типа.
- 7.22. Барометр ртутный или барометр-анероид с погрешностью измерения не более 0,1 кПа.
- 7.23. Бумага фильтровальная лабораторная по [ГОСТ 12026](#)
- 7.24. Пипетка
- 7.25. Поглолительные сосуды
- 7.26. Пробоотборники воды
- 7.27. Пробоотборники воздуха

Зав кафедрой  
Составитель  
Лектор

В.И.Туев  
А.С.Апкарьян  
А.С.Апкарьян