



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.А. Тупик

2022 г.



**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

Группа научных специальностей: 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и
связь»

2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и
природной среды»

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4 года

Факультет: ФИБС

Выпускающая кафедра: ИЗОС

Санкт-Петербург

2022

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет: ФИБС

Обеспечивающая кафедра: ФИБС

Курс 4

Семестр 8

Виды занятий

Лекции

Самостоятельная работа

Вид промежуточной аттестации

Экзамен (семестр) 8

Разработчик



Кустов Т. В.

Зав. каф. ИЗОС



Кустов Т. В.

Заведующий ОДА



Тумаркин А. В.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ
МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ, ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНОЙ
СРЕДЫ»

Дает информацию об основных методах и средствах контроля окружающей среды. Излагаются новые, инновационные технологии, используемые при проведении контроля, основные принципы построения технических средств, реализующих эти технологии. Рассмотрены существующие методы определения концентрации отдельных физико-химических компонентов объектов окружающей среды и оценки интегральных характеристик экологических систем. Изложены современные методы получения экспериментальных данных о пространственно-временных характеристиках параметров окружающей среды, принципы обработки массива экспериментальных экологических данных. Проведен анализ современных тенденций в области разработки новых методов и средств экологического мониторинга.

SUBJECT SUMMARY
"METHODS AND DEVICES FOR MONITORING AND DIAGNOSTICS
OF MATERIALS, PRODUCTS, SUBSTANCES AND THE NATURAL
ENVIRONMENT"

Provides information about the main methods and means of environmental control. The new, innovative technologies used in the control, the basic principles of the construction of technical means implementing these technologies are described. The existing methods for determining the concentration of individual physico-chemical components of environmental objects and assessing the integral characteristics of ecological systems are considered. Modern methods of obtaining experimental data on the spatio-temporal characteristics of environmental parameters, principles of processing an array of experimental environmental data are described. The analysis of

current trends in the development of new methods and means of environmental monitoring is carried out.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Изучить современные методы и средства контроля основных характеристик объектов окружающей среды, включая принципы действия и физические основы, на которых основана работа используемой аппаратуры, принципиальные конструктивные решения, заложенные в ее основу, технические характеристики и способы применения средств контроля параметров окружающей среды.

2. Сформировать умение применять химические, физико-химические и оптические методы исследования объектов окружающей среды; выбирать оптимальные методы и средства анализа объектов окружающей среды; качества среды обитания.

3. Достичь овладения навыками пользования основными средствами контроля, в том числе приборами и методиками оценки интегральных характеристик экологического состояния объектов окружающей среды

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Роль и значение государственной системы контроля состояния окружающей среды для обеспечения качества жизни граждан. Краткая историческая справка о развитии системы наблюдений за состоянием окружающей среды и развитием ее инструментальной и методологической основы.

Тема 1. Качество природной среды.

Общая характеристика атмосферы и ее загрязнений. Состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге. Основные источники выбросов в атмосферу, их классификация. Классификация и характеристики загрязнителей воздуха. Перечень веществ, подлежащих контролю. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Отбор проб воздуха.

Вода. Мониторинг морской и питьевой воды. Наблюдения за загрязнением поверхностных вод. Качество вод и виды водопользования. Отбор проб воды. Показатели, характеризующие органолептические свойства, химический состав, эпидемиологическую безопасность воды.

Почва. Нормирование качества почвы. Эколого-гигиеническая оценка почв. Контроль за загрязнением почв пестицидами, вредными веществами промышленного происхождения, радиоактивными веществами. Отбор проб для оценки качества почв.

Особенности процедур пробоотбора, пробоподготовки, измерения и обработки информации. Специфические особенности аппаратов и систем, предназначенных для аналитических исследований характеристик окружающей среды и методик их использования.

Тема 2. Классификация методов контроля экологических характеристик окружающей среды.

Цель и задачи контроля экологических характеристик окружающей среды. Классификация методов контроля. Контактные, дистанционные, биологические

и расчетные методы - их отличительные признаки, достоинства и недостатки, области применения. Общие принципы проведения аналитических исследований характеристик окружающей среды. Особенности проведения аналитических исследований в экологических лабораториях.

Тема 3. Химические методы анализа.

Гравиметрический метод. Техника проведения анализа. Титриметрический метод. Классификация по характеру химической реакции. Методы прямого титрования, замещения, обратного титрования. Техника проведения анализа.

Термоаналитические методы. Дифференциально-термический анализ. Термогравиметрия. Дериватография. Принцип работы и устройство дериватографа. Современные тенденции развития термических методов исследования.

Тема 4. Физико-химические методы. Их использование для контроля характеристик окружающей среды. Критерии выбора метода.

4.1. Классификация электрохимических методов в соответствии с используемым свойством, общая характеристика аппаратуры, основанной на данных методах. Использование электрохимических анализаторов для исследования объектов ОС.

Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Структура измерительной электрохимической ячейки. Вольтамперометрические методы. Классическая полярография, аппаратура и принцип метода. Принцип работы и типовая структура полярографа. Полярографические волны. Проведение качественного и количественного анализа на основании полярографических измерений. Амперометрическое титрование. Инверсионная вольтамперометрия. Кондуктометрия. Виды кондуктометрических ячеек. Принципы прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования. Хронокондуктометрический анализ. Кулонометрия прямая и косвенная.

4.2. Хроматографические методы анализа. Принципы хроматографического разделения веществ, способы его проведения и оценки результатов. Классификация по: агрегатному состоянию ПФ и ЖФ; механизму взаимодействия

анализируемого вещества и сорбента; природе явлений, лежащих в процессе разделения; способу оформления метода; методу проведения анализа. Основные узлы хроматографа. Тонкослойная хроматография. Сверхкритическая флюидная хроматография.

Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Устройства ввода пробы. Гамильтоновский шприц, автосемплер. Хроматографические колонки (насадочные и капиллярные) – формы, установка и их соединение. Шприцевые и плунжерные возвратно-поступательные насосы. Способы борьбы с пульсациями.

Тема 5. Спектральные методы анализа и их использование для контроля характеристик окружающей среды.

Основные принципы, лежащие в основе спектрометрии. Качественный и количественный спектральный анализ. Характерные области электромагнитного спектра. Законы Кирхгофа, Бугера-Ламберта-Бера. Закон аддитивности. Условия и последовательность фотометрического определения вещества.

Абсорбционные оптические методы: атомно-абсорбционный анализ; молекулярный абсорбционный анализ (спектрофотометрия, фотоколориметрия); анализ по поглощению и рассеянию световой энергии (турбидиметрия, нефелометрия); люминесцентный (флуорометрический) анализ; оптико-акустическая спектроскопия.

Аппаратура для измерения поглощения света. Обобщенная структура спектрального анализатора, построенного по однолучевой и двухлучевой схемам, их особенности. Источники погрешностей оптико-электронных анализаторов, способы их учета и уменьшения.

Тема 6. Биотестирование как метод контроля.

Методы биологического контроля, их определения и ключевые отличия. Области контроля, в которых применяются биологические методы.

Заключение

В случае, если дисциплина реализуется в группах с малой численностью, занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущий контроль может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики диссертационного исследования аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации по реализации дисциплины

Методические рекомендации преподавателям:

Перед началом преподавания дисциплины преподавателю необходимо:

- знать цели и задачи преподавания дисциплины;
- представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести аспирант в процессе изучения данной дисциплины;
- четко понимать, в формировании каких результатов освоения программы аспирантуры участвует дисциплина.

Если учебным планом по дисциплине предусмотрен экзамен, его рекомендуется проводить в форме индивидуальной беседы с аспирантом по вопросам, сформулированным в фондах оценочных средств дисциплины, используя вопросы из различных разделов дисциплины, обеспечив тем самым более полную проверку знаний аспиранта.

В своей деятельности преподаватель должен руководствоваться локальными нормативными актами, регламентирующими образовательную деятельность по образовательным программам подготовки кадров высшей квалификации в университете.

Методические рекомендации по самостоятельной работе аспирантов:

Изучение каждой дисциплины должно сопровождаться самостоятельной работой аспиранта с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины.

Ряд вопросов, подлежащих изучению в составе дисциплины, достаточно хорошо проработаны в учебной литературе, представлены в научных трудах, сборниках трудов, статьях, в сети Интернет. Эти вопросы могут быть переданы аспирантам на самостоятельное изучение. Такая работа строится на основе подготовленных преподавателем заданий с перечнем вопросов, на которые обучающийся должен найти ответы в процессе самостоятельного изучения. Самостоятельно

могут изучаться как целые темы, так и отдельные вопросы в составе обозначенных преподавателем, но не полностью раскрытых им тем. Для закрепления материала ведется конспектирование, готовятся рефераты, эссе или делаются доклады. Степень освоения самостоятельно изученных материалов обязательно проверяется контрольными мероприятиями с использованием фонда оценочных средств по дисциплине.

Особое место требуется уделить консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и аспирантами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для освоения дисциплины**

№	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ. (на каф.)
Основная литература		
1.	Бузников А. А. Дистанционное зондирование окружающей среды: учебное пособие / А. А. Бузников. - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. - 43с.	21
2.	Севрюкова Е.А. Надзор и контроль в сфере безопасности: учеб. для бакалавров: учеб. для вузов по инженер.-техн. направлениям и специальностям / Е. А. Севрюкова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна; Национальный исследовательский университет «МИЭТ». - М.: Юрайт, 2014. - 395	10
3.	Кирилловский В.К., Современные оптические исследования и измерения, СПб, изд.: Лань, 2-ое издание, 2010 г.	26
4.	Сидоренко В.М. Молекулярная спектроскопия биологических сред. учебное пособие. Москва, 2004	41
5.	Барченко В.Т. и др.; под общей редакцией Быстрова Ю.А. Электронная спектроскопия: современное состояние и перспективы развития. Монография; Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. - 167 с.	10

№	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библиот. (на каф.)
6.	Кустов Т.В., Гринь С.С. Методы и приборы контроля окружающей среды: Учебн. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 80 с. https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/4464	ЭОР
7.	Захаров И.С., Кустов Т.В. Величко А.Н. Практикум по спектрофотометрическим методам контроля окружающей среды. УМП. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 30 с. https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/4465	ЭОР
Дополнительная литература		
1.	Ишанин Г.Г., Челибанов В.П., Приемники оптического излучения, СПб, изд.: Лань, 2-ое издание, 2014 г.	29
2.	Бойцов А.А. Физико-технические методы анализа объектов окружающей среды, учеб. пособие Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) «ЛЭТИ». - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. - 116 с.:	18
3.	Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства СПб, изд.: Лань, 2-ое издание, Учебное пособие, 2013 г.	2
4.	Ивин Д.А., Мусейчук Ю.И. Серия «Гигиенические нормативы» Гигиенические нормативы. Химические факторы окружающей среды, 7-е изд. СПб, изд.: АНО «Литературное Агенство «ПРОФЕССИОНАЛ», справочно-энциклопедическое издание, 2014	1

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№	Электронный адрес
1	http://gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/
2	http://www.meteorf.ru
3	http://www.rosleshoz.gov.ru
4	http://voda.mnr.gov.ru
5	http://www.rosnedra.gov.ru
6	http://rpn.gov.ru
7	http://gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/maps/

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют федеральным государственным требованиям.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

Список экзаменационных вопросов по дисциплине

«Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

1. Нормативы для загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Определение, виды нормативов. Унифицированные единицы для выражения степени загрязнения атмосферного воздуха.
2. Классификация и характеристика загрязнителей воздуха. Классы опасности.
3. Индекс загрязнения атмосферы. Шкала экологического состояния атмосферы.
4. Основные источники загрязнения атмосферы на территории России. Их краткая характеристика.
5. Классификация источников загрязнения.
6. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Отбор проб воздуха.
7. Метод абсорбции примесей в жидких поглотительных средах.
8. Метод адсорбции на твердых сорбентах.
9. Вымораживание примесей. Концентрирование на фильтрах.
10. Аспирационные устройства. Классификация. Расходомеры, принцип действия.
11. Основные показатели качества воды. Порядок взятия проб воды. Нормирование качества воды.
12. Отбор проб воды. Представительность проб. Виды проб.
13. Приборы и приспособления для отбора проб воды. Хранение проб.
14. Показатели, характеризующие органолептические свойства воды. Простейшие приборы для их определения.
15. Нормирование качества почвы. Лимитирующие показатели. Буферность почвы.

16. Отбор проб для оценки качества почв. Факторы, которые необходимо учитывать при планировании работ.
17. Сущность неконтактных и контактных методов контроля. Дистанционные методы контроля. В чем преимущества дистанционных методов при изучении объектов окружающей среды? Принцип действия приборов для дистанционного контроля.
18. Что называется метеорологией? Какими методами и средствами осуществляются метеорологические исследования?
19. Приборы для метеорологических измерений. Назначение. Принцип действия. Диапазоны измеряемых величин.
20. Акустические, радиолокационные и лидарные методы исследования атмосферных процессов. Назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
21. Приборы для гидрологических измерений. Применение, диапазоны измеряемых величин.
22. Аэрометоды исследования поверхности Земли.
23. Сущность неконтактных и контактных методов контроля. Химические методы анализа.
24. Классификация физико-химических методов в соответствии с используемым свойством. Критерии выбора метода. Общий принцип электрохимических методов.
25. Различные классификации электрохимических методов. Область применения. Преимущества и недостатки этих методов. Какая зависимость лежит в основе прямых потенциометрических определений? Какие электроды называют индикаторными и какие – электродами сравнения?
26. В чем сущность потенциометрического измерения рН раствора? Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения рН? Схема установки.

27. Полярография. Аппаратура и принцип метода. Полярограмма. Как выполняется качественный анализ по полярограмме. Достоинства и недостатки метода.
28. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация. Оборудование для хроматографии.
29. Спектральные методы анализа. Что такое спектр. Его основные характеристики. Классификация спектральных методов по рабочему диапазону длин волн. Принцип качественного и количественного анализа по спектру.
30. Блок-схема спектрометра. Принцип действия. Назначение каждого из блоков.
31. Спектрофотометрия. Основные законы поглощения.
32. Фотоколориметрический анализ. Визуальная колориметрия, ее основные методы. Достоинства и недостатки. Основные узлы прибора. Методы определения концентрации в фотоколориметрии.
33. Что называется биоиндикацией? Сущность биологических методов контроля окружающей среды. Свойства загрязнителей окружающей среды, которые выявляются только с помощью биообъектов. Области контроля, в которых применяются биологические методы.
34. Что называется биотестированием? Сущность биологических методов контроля окружающей среды. Тест-организм. Тест-реакция. Преимущества инфузорий, как тест-объекта. Основные факторы, влияющие на движение инфузорий.
35. Методы биологического контроля, их определения и ключевые отличия. Почему необходимо применять методы биологического контроля? В каких областях контроля применяются методы биологического контроля? Какие организмы используются в методах биоконтроля?

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

И.О. зав. каф. ИЗОС,

к.т.н., доц.



Кустов Т.В.

Рецензент

к.т.н., доц. каф. ИИСТ



Комаров Б.Г.

И.О. зав. каф. ИЗОС,

к.т.н., доц.



Кустов Т.В.

Декан ФИБС,

д.т.н., проф.



Боронахин А.М

Согласовано

Председатель УМК ФИБС,

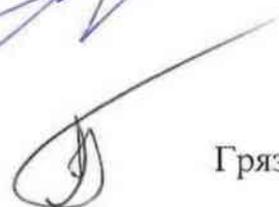
к.т.н., доц.



Буканин В.А.

Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

Зав. отделом докторантуры и аспирантуры

к.ф.-м.н.



Кучерова О.В.