

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

для подготовки аспирантов по направлению

12.06.01 – «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»

Направленность подготовки – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

Санкт-Петербург
2017

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	4912130, 7912130
Обеспечивающий факультет:	ФИБС
Обеспечивающая кафедра:	ИЗОС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	8

Виды занятий

Лекции (академ. часов)	2
Практические занятия (академ. часов)	0
Лабораторные занятия (академ. часов)	0
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	2
Самостоятельная работа (академ. часов)	106
Всего (академ. часов)	108

Вид промежуточной аттестации

Экзамен (семестр)	8
-------------------	---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИЗОС
06.06.2017, протокол № 10.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
факультета ИБС 31.08.2017, протокол № 1.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

Курс «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» 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 «Devices and methods for environment control»

The course “Devices and methods for environment control” presents key information and data of main methods and apparatus for ecological monitoring of environment. New technologies used for monitoring and main principles of apparatus construction for realization using technologies are considered. The existing methods of definition of concentration of separate physicochemical components of a surrounding medium objects and estimation of the integrated characters of ecosystems are surveyed. The modern methods of deriving of experimental data about the time-space performances of environmental factors, principles of processing of an array of experimental ecological data surveyed. The analysis of the modern tendencies is conducted in the field of mining new methods and resorts of ecological monitoring.

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение современных методов и средств 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.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

- 1.1. основные методы и средства контроля окружающей среды;
- 1.2. современные тенденции развития методов и средств контроля окружающей среды.

Уметь:

- 2.1. применять химические, физико-химические и физико-технические методы исследования объектов окружающей среды;
- 2.2. выбрать оптимальные методы и средства анализа объектов окружающей среды;
- 2.3. пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания.

Владеть

- 3.1. представлениями о принципах, на которых основаны существующие методы определения концентрации отдельных физико-химических компонентов объектов окружающей среды;
- 3.2. методами оценки интегральных характеристик экологического состояния объектов окружающей среды;
- 3.3. методами обеспечения безопасности среды обитания.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» относится к вариативной части ООП.

Дисциплина преподается на основе ранее изученных дисциплин:

1. «Компьютерные технологии в приборостроении»;

2. «Электроника и микропроцессорная техника»;

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Надежность технических систем и техногенный риск»;

2. «Оптимизация задач инженерной защиты окружающей среды»;

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Тема 1. – 20 часов. Качество природной среды. Особенности процедур пробоотбора, пробоподготовки, измерения и обработки информации.

Специфические особенности аппаратов и систем, предназначенных для аналитических исследований характеристик окружающей среды и методик их использования.

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.

Тема 2. – 12 часов. 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. – 16 часов. 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.- 24 часа. 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. – 14 часов. 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 (флуориметрический)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.- 12 часов Анализаторы для атомно-физических исследований и их использование для контроля характеристик окружающей среды

Основные виды приборов для реализации атомно-физических методов исследования и их использование для анализа объектов ОС.

Масс-спектрометр, его основные блоки. Типы масс-спектрометров.

Явления ядерного (ЯМР) и электронного парамагнитного (ЭПР) резонанса. Различные типы спектрометров, основанных на явлениях (ЯМР) и (ЭПР). Информация об объекте, получаемая на основании спектров ЯМР и ЭПР.

Проведение рентгеноструктурных исследований. Устройство рентгеноспектральных приборов, их разновидности. Информация об объекте, получаемая на основании рентгеноструктурных исследований.

Гамма-резонансная (ГР) спектроскопия. Схема и принцип работы ГР-спектрометра. Информация об объекте, получаемая на основании спектров Мессбауэра.

Приборы, основанные на использовании явления радиоактивности (РА). Счетчики радиоактивности.

Тема 7. – 10 часов. Инstrumentально-расчтные (аналитические) методы контроля.

Заключение

Современные тенденции изменения состояния окружающей среды подтверждают, что бесконтрольное использование природных ресурсов влечет за собой реальную угрозу разрушения всей биосфера. Использование неэкологичных технологий с высоким коэффициентом природоемкости, низкий уровень переработки отходов производства и потребления приводят к загрязнению атмосферы, водной среды и почвы и, как следствие, приводят к росту заболеваемости людей и снижению продолжительности их жизни. Организация контроля за состоянием окружающей природной среды позволяет дать исходный материал для управления ее качеством, проводить оценку и прогноз состояния окружающей среды в условиях антропогенного воздействия.

Дисциплина «Методы и приборы контроля окружающей среды» предусматривает изучение студентами основ дистанционных и контактных (физико-технических, физико-химических, химических и биологических) методов контроля состояния всех компонентов окружающей среды – воздуха, воды, почвы. Полученные в результате изучения дисциплины знания о современных методах и средствах контроля основных характеристик объектов окружающей среды, включая принципы их 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, будут являться базой для изучения дисциплины «Мониторинг окружающей среды» для студентов, продолжающих обучение в магистратуре.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
Основная литература			
1	Кустов Т.В., Ковалевская А.С. Информационные системы для мониторинга окружающей среды. УМП. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 48 с.	8	20
2	Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа. СПбГТУ, 2001	8	28
3	Чурносов Е.В., Илюшов Г.С. Планирование эксперимента: Методические указания к курс. проект. по дисц.: "Моделирование процессов и систем". СПбГЭТУ, 1998	8	73
Дополнительная литература			
1	Базы данных [Текст] : учеб. для вузов / А.Д. Хомоненко, В.М. Цыганков, М.Г. Мальцев; под ред. А.Д. Хомоненко. - 4-е изд., доп. и перераб. - СПб. : КОРОНА прнт, 2004. - 736 с.	8	54

Зав. отделом учебной литературы

Т.В. Киселева
16.11.17

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», используемых при освоении дисциплины

№	Название, библиографическое описание
Э1	Общая теория риска при проектировании техники: А.С. Портной, // Электронный ресурс- СПб.: СПбГМТУ, 2007 (на кафедре)
Э2	Оптимизация мониторинга при восстановлении полей загрязнения: Дурдыев, К. М. // Электронный ресурс РГБ. : МИФИ, 1994

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 требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины.

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 (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					

ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

Раздел 1. Вопросы для 1-го текущего контроля.

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: гравиметрический метод. Суть метода. Достоинства и недостатки. Варианты его практического применения. Методы отгонки и осаждения в гравиметрическом анализе.
24. Гравиметрический метод: техника проведения эксперимента.
25. Химические методы анализа: титrimетрический метод. Суть метода. Достоинства и недостатки. Определение «титра». Описание кривой титрования.
26. Классификация методов титrimетрического анализа по характеру химической реакции и по способу титрования. Классификация видов окислительно-восстановительного титрования по применяемому окислителю.
27. Титrimетрический анализ: техника эксперимента.
28. На каком принципе основано определение веществ в титrimетрическом анализе?

29. Какие существуют виды титриметрического анализа, на чём основана их классификация?
30. Термоаналитические методы. Термогравиметрия, принцип метода, кривые ТГ и ДТГ (характеристика термокривых, термические эффекты при взаимодействии вещества с тепловой энергией). Какие процессы могут происходить в твердых телах при их нагревании?
31. Термический анализ и дифференциальный термический анализ. Основные узлы и принцип работы дериватографа. Какую информацию можно получить с помощью кривых потери массы и скорости потери массы?

Раздел 2. Вопросы для 2-го текущего контроля.

32. Классификация физико-химических методов в соответствии с используемым свойством. Критерий выбора метода. Общий принцип электрохимических методов.
33. Различные классификации электрохимических методов – по учету природы источника электрической энергии, по способу применения. Что такое электрохимическая ячейка.
34. Различные классификации электрохимических методов – по учету природы источника электрической энергии, по способу применения. Потенциометрический анализ. Принцип метода. Уравнение Нернста. Схема для измерений.
35. Различные классификации электрохимических методов – по учету природы источника электрической энергии, по способу применения. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Область применения. Преимущества и недостатки этих методов.
36. Какая зависимость лежит в основе прямых потенциометрических определений? Какие электроды называют индикаторными и какие – электродами сравнения?
37. В чём сущность потенциометрического измерения pH раствора? Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения pH?

38. В чем сущность метода потенциометрического титрования? Приведите схему установки.
39. Полярография. Аппаратура и принцип метода. Полярограмма. Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Что называют остаточным током, предельным током, миграционным током, диффузионным током, потенциалом полуволны? Как выполняется качественный анализ по полярограмме. Достоинства и недостатки метода.
40. Вольтамперометрические методы – определение. Электродная ячейка. Процессы, протекающие в ней. Амперометрическое титрирование – принцип и краткое описание метода.
41. Вольтамперометрические методы – определение. Электродная ячейка. Процессы, протекающие в ней. Инверсионная вольтамперометрия – принцип и краткое описание метода.
42. Различные классификации электрохимических методов – по учету природы источника электрической энергии, по способу применения. Кондуктометрия. Определение, принцип метода. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Описание кривой кондуктометрического титрования.
43. Какая зависимость положена в основу прямой кондуктометрии? Приведите схему установки для измерения электрической проводимости растворов. Кондуктометрическая ячейка.
44. Различные классификации электрохимических методов – по учету природы источника электрической энергии, по способу применения. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия.
45. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация.
46. Газоадсорбционная хроматография. Основные узлы хроматографа. Особенности. Достоинства и недостатки.
47. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация.
48. Газожидкостная хроматография. Основные узлы хроматографа. Особенности. Достоинства и недостатки.
49. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация.

50. Жидкостноадсорбционная хроматография. Основные узлы хроматографа. Особенности. Достоинства и недостатки.
51. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация.
52. Жидкостно-жидкостная хроматография. Основные узлы хроматографа. Особенности. Достоинства и недостатки.
53. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация. Колоночная и плоскостная хроматография. Фронтальный, вытеснительный и элюэнтный способы хроматографирования. Хроматограмма, ее основные характеристики.
54. Хроматографические методы анализа. Принцип метода. Классификация. Бумажная и тонкослойная хроматография. Качественный и количественный анализ.
55. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в газовой хроматографии. Катарометр. Принцип действия, схема. Термисторный детектор по теплопроводности.
56. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в газовой хроматографии. Термохимический детектор.
57. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в газовой хроматографии. Пламенно-фотометрический детектор.
58. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в газовой хроматографии. Пламенно-ионизационный детектор.
59. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу

обработки сигнала. Основные типы детекторов в жидкостной хроматографии. Рефрактометрический детектор.

60. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в жидкостной хроматографии. Интерферометрический детектор.
61. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Основные типы детекторов в жидкостной хроматографии. Флуориметрический детектор.
62. Оборудование для хроматографии. Классификация детекторов по физической природе, по воздействию на аналит, по селективности, по способу обработки сигнала. Устройства ввода пробы. Хроматографические колонки, насадочные и капиллярные. Насосы.

Раздел 3. Вопросы, используемые для итогового контроля совместно с вопросами разделов 1 и 2.

63. Спектральные методы анализа. Что такое спектр. Его основные характеристики. Классификация спектральных методов по рабочему диапазону длин волн. Спектры поглощения и излучения. Сплошные, полосатые и линейчатые спектры. Какие спектры называют оптическими? Принцип качественного и количественного анализа по спектру.
64. Блок-схема спектрометра. Принцип действия. Назначение каждого из блоков.
65. Какие источники излучения используют в атомно-абсорбционном спектрофотометре? Устройство лампы с полым катодом.
66. Спектрофотометрия. Основные законы поглощения.
67. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Какие процессы лежат в основе возникновения атомных спектров. Принцип метода. Качественный и количественный анализ.

68. Молекулярно-спектроскопические методы анализа: классификация, на чем основан каждый из методов.
69. Фотоколориметрический анализ. Визуальная колориметрия, ее основные методы. Достоинства и недостатки. Фотоколориметрические методы. Основные узлы прибора. Методы определения концентрации в фотоколориметрии.
70. Методы анализа по поглощению и рассеянию световой энергии. Мутность. Влияние концентрации, размера, формы и цвета частиц на прохождение светового потока через жидкость.
71. Методы анализа по поглощению и рассеянию световой энергии. Схема и принцип действия турбидиметра и нефелометра. Источники света и детекторы в турбидиметрии.
72. Что называют люминесцентным излучением и какова его природа? Виды люминесценции в зависимости от способа возбуждения. Блок-схема флуориметра. Количественный и качественный анализ. Области применения.
73. Оптико-акустическая спектроскопия. Принцип метода. Области применения.
74. Рентгеновская спектроскопия. Принцип метода. Закон Вульфа-Брэгга. Применение рентгеноспектрального анализа.
75. Рентгеновская спектроскопия. Принцип метода. Уравнение фотоэффекта. Применение рентгеноспектрального анализа.
76. Радиоактивационный анализ. Принцип метода.
77. 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.
78. Что называется биотестированием? Сущность биологических методов контроля окружающей среды. Тест-организм. Тест-реакция. Преимущества инфузорий, как тест-объекта. Основные факторы, влияющие на движение инфузорий.

79. 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?
80. Инструментально-расчетные методы контроля. Дать характеристику каждому из методов. Указать области их применения.