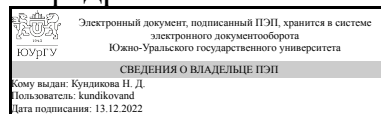


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



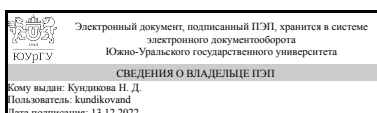
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.13 Техника физического эксперимента  
для направления 03.03.01 Прикладные математика и физика  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Прикладные математика и физика  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Оптоинформатика

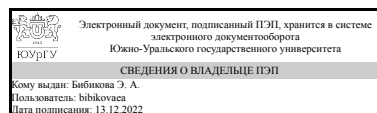
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 890

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Н. Д. Кундикова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



Э. А. Бибилова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса — воспитание самостоятельности при решении конкретных научно-исследовательских задач физического эксперимента. Основные задачи курса: 1. Изучение принципов действия приборов, устройств и материалов применяемых в экспериментальной оптике. 2. Формирование у студентов профессионального подхода при планировании и проведении физического эксперимента.

## Краткое содержание дисциплины

1. Роль экспериментальной оптики в развитии фундаментальной физики и техники. 2. Оптические материалы. 3. Тонкие пленки. 4. Фильтрация оптического излучения. 5. Источники некогерентного оптического излучения. 6. Приемники оптического излучения. 7. Оптические системы. 8. Спектральные приборы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области | Знает: физико-химические свойства оптических материалов; назначение тонких пленок; виды оптических фильтров; основные свойства источников некогерентного оптического излучения; виды приемников оптического излучения; оптические инструменты; абберации оптических систем; дифракционную теорию оптических инструментов; принцип работы зондовых сканирующих микроскопов.<br>Умеет: использовать полученные знания при проведении оптического эксперимента.<br>Имеет практический опыт: проведения оптического эксперимента и выбора необходимых материалов и приборов. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана              | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|--|---|
| Современные проблемы физики, Оптические и спектральные методы исследования | Производственная практика (научно-исследовательская работа) (8 семестр),<br>Производственная практика (преддипломная) (8 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                  | Требования  |
|-----------------------------|---|
| Современные проблемы физики | Знает: принципы работы современных приборов для физических исследований, оптического, электронного и зондового сканирующего |

|   |   |
|---|---|
|   | микроскопа, спектрометра комбинационного рассеяния, эллисометра. Умеет: работать на современных измерительных приборах. Имеет практический опыт: навыков физика-экспериментатора, навыками планирования физического эксперимента, навыками выбора подходящего прибора для конкретных исследований, навыками работы на современном исследовательском оборудовании. |
| Оптические и спектральные методы исследования | Знает: оптические и спектральные методы исследования. Умеет: выбирать оптимальные оптические и спектральные методы, необходимые для проведения исследований. Имеет практический опыт:   |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|---|-------------|------------------------------------|--|
|   |             | Номер семестра                     |  |
|   |             | 7                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 144         | 144                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>  | 64          | 64                                 |  |
| Лекции (Л)  | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)            | 32          | 32                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>   | 69,5        | 69,5                               |  |
| Подготовка к экзамену   | 34,5        | 34,5                               |  |
| Освоение литературы по теме курса для подготовки к тестам в рамках текущего контроля. | 35          | 35                                 |  |
| Консультации и промежуточная аттестация   | 10,5        | 10,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)  | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Роль экспериментальной оптики в развитии фундаментальной физики и техники. | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Оптические материалы   | 6   | 2 | 4  | 0  |
| 3         | Тонкие пленки.   | 8   | 4 | 4  | 0  |
| 4         | Фильтрация оптического излучения   | 6   | 2 | 4  | 0  |
| 5         | Источники некогерентного оптического излучения.                            | 10  | 6 | 4  | 0  |
| 6         | Приемники оптического излучения.   | 10  | 6 | 4  | 0  |
| 7         | Оптические системы.  | 10  | 6 | 4  | 0  |

|   |                         |   |   |   |   |
|---|-------------------------|---|---|---|---|
| 8 | Сканирующая микроскопия | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 9 | Спектральные приборы.   | 6 | 2 | 4 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Этапы развития экспериментальной оптики. Оптические методы исследования в современной науке и технике: спектроскопия, эллипсометрия, голография, методы нелинейной оптики. Основные приборы и элементы, используемые в экспериментальной оптической установке.  | 2            |
| 2        | 2         | Физико-химические свойства оптических материалов. Распространение излучения в диэлектриках и проводниках, отражение излучения от поверхности диэлектриков проводников. Понятие о дисперсии. Отражение излучения, поглощение и прозрачность оптических материалов в различных областях спектра. Применение оптических материалов. Атмосфера как оптическая среда: поглощение и рассеяние света в атмосфере, окна прозрачности. | 2            |
| 3        | 3         | Отражение и преломление на плоской границе между изотропными средами. Брюстеровские окна, призмы полного внутреннего отражения, ромб Френеля. Отражение и пропускание в системе среда – пленка – подложка. Представление о методах эллипсометрии. Диэлектрические просветляющие и зеркальные покрытия: четвертьволновые диэлектрические пленки, многослойные диэлектрические покрытия.  | 4            |
| 4        | 4         | Назначение и характеристики фильтров оптического излучения. Абсорбционные фильтры: оптическое цветное стекло, жидкостные светофильтры, полупроводниковые пластины. Отражающие фильтры. Интерференционные фильтры. Интерференционно-поляризационные фильтры.   | 2            |
| 5        | 5         | Основные свойства источников излучения. Законы теплового излучения. Источники теплового излучения: источник, имитирующий абсолютно черное тело; лампа накаливания; глобар; штифт Нернста; дуга.   | 3            |
| 6        | 5         | Виды разрядов в газах и их основные особенности. Газоразрядные источники излучения. Механизм и свойства люминесценции. Люминесцирующие источники оптического излучения.   | 3            |
| 7        | 6         | Классификация приемников. Связь между энергетическими и световыми величинами. Глаз как приемник оптического излучения. Фотографическая эмульсия. Основные характеристики приемников оптического излучения.  | 2            |
| 8        | 6         | Особенности тепловых приемников излучения. Основные типы тепловых приемников: термоэлементы, болометры, калориметры. Фотоэмиссионные приемники излучения: фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, электронно-оптические преобразователи. Фотоэлектрические полупроводниковые приемники: фоторезисторы, фотодиоды. Полупроводниковые приемники изображения на приборах с зарядовой связью.                                   | 4            |
| 9        | 7         | Основные положения лучевой оптики. Идеальные оптические системы. Аберрации оптических систем. Основные элементы оптических систем: объективы, окуляры, осветители. Оптические инструменты: фотографический аппарат, микроскоп, зрительная труба, проектор.  | 4            |
| 10       | 7         | Дифракционная теория оптических инструментов: разрешающая сила объектива, дифракционная теория микроскопа Аббе.   | 2            |
| 11       | 8         | Принцип действия зондового сканирующего микроскопа. Методики зондовой сканирующей микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия, атомно-  | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | силовая микроскопия, электросиловая микроскопия, магнитно-силовая микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия   |   |
| 12 | 9 | Принцип действия спектрального прибора. Аппаратная функция, спектральное разрешение. Спектральная призма, дифракционная решетка. Спектральные приборы с пространственным разделением длин волн. Модуляционные спектральные приборы. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 14        | 2         | Оптические материалы   | 4            |
| 1         | 3         | Тонкие пленки. Просветляющие покрытия. Многослойные диэлектрические зеркала  | 4            |
| 2         | 4         | Фильтрация оптического излучения. Абсорбционные фильтры: оптическое цветное стекло   | 2            |
| 3         | 4         | Отражающие фильтры. Интерференционные фильтры. Интерференционно-поляризационные фильтры.   | 2            |
| 4         | 5         | Основные свойства источников излучения. Законы теплового излучения. Источники теплового излучения  | 2            |
| 5         | 5         | Газоразрядные источники излучения. Люминесцирующие источники оптического излучения   | 2            |
| 6         | 6         | Связь между энергетическими и световыми величинами. Глаз как приемник оптического излучения. Основные типы тепловых приемников: термоэлементы, болометры, калориметры. | 2            |
| 7         | 6         | Фотоэмиссионные приемники излучения: фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, электронно-оптические преобразователи.  | 1            |
| 8         | 6         | Фотоэлектрические полупроводниковые приемники: фоторезисторы, фотодиоды. Полупроводниковые приемники изображения на приборах с зарядовой связью.                       | 1            |
| 9         | 7         | Аберрации оптических систем. Основные элементы оптических систем: линзы, объективы, окуляры, осветители.   | 2            |
| 10        | 7         | Дифракционная теория оптических инструментов: разрешающая сила объектива, дифракционная теория микроскопа Аббе.  | 2            |
| 11        | 8         | Сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия         | 4            |
| 12        | 9         | Принцип действия спектрального прибора. Аппаратная функция, спектральное разрешение. Спектральная призма, дифракционная решетка.                                       | 2            |
| 13        | 9         | Спектральные приборы с пространственным разделением длин волн. Модуляционные спектральные приборы.   | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС |   |         |        |
|----------------|---|---------|--------|
| Подвид СРС     | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на | Семестр | Кол-во |
|                |   |         |        |

|   | ресурс   |   | часов |
|---|--|---|-------|
| Подготовка к экзамену   | <p>Зверев, В.А. Оптические материалы. [Электронный ресурс] / В.А. Зверев, Е.В. Кривопустова, Т.В. Точилина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/67465">http://e.lanbook.com/book/67465</a> — Загл. с экрана. Бараночников, М.Л. Приемники и детекторы излучений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 640 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4145">http://e.lanbook.com/book/4145</a> — Загл. с экрана. Ишанин, Г.Г. Источники и приемники, ч. 1: учебно-методическое пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, Н.К. Мальцева, А.В. Рождественский, А.Т. Сычевский. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 62 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43461">http://e.lanbook.com/book/43461</a> — Загл. с экрана. Стафеев, С.К. Основы оптики. [Электронный ресурс] / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/32822">http://e.lanbook.com/book/32822</a> — Загл. с экрана. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/53675">http://e.lanbook.com/book/53675</a> — Загл. с экрана.</p> | 7 | 34,5  |
| Освоение литературы по теме курса для подготовки к тестам в рамках текущего контроля. | <p>Зверев, В.А. Оптические материалы. [Электронный ресурс] / В.А. Зверев, Е.В. Кривопустова, Т.В. Точилина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/67465">http://e.lanbook.com/book/67465</a> — Загл. с экрана. Бараночников, М.Л. Приемники и детекторы излучений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 640 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4145">http://e.lanbook.com/book/4145</a> — Загл. с экрана. Ишанин, Г.Г. Источники и приемники, ч. 1: учебно-методическое пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, Н.К. Мальцева, А.В. Рождественский, А.Т. Сычевский. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 62 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43461">http://e.lanbook.com/book/43461</a> — Загл. с экрана. Стафеев, С.К. Основы оптики. [Электронный ресурс] / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. —</p>   | 7 | 35    |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | 336 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/32822">http://e.lanbook.com/book/32822</a> — Загл. с экрана. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/53675">http://e.lanbook.com/book/53675</a> — Загл. с экрана. |  |  |
|--|---|--|--|

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов   | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Письменный опрос в виде теста №1  | 0,5 | 30         | Письменный опрос в виде теста из 30 вопросов, проверка правильности ответов на вопросы. 1 балл за каждый правильно отвеченный вопрос.   | экзамен          |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Письменный опрос в виде теста №2  | 0,5 | 30         | Письменный опрос в виде теста из 30 вопросов, проверка правильности ответов на вопросы. 1 балл за каждый правильно отвеченный вопрос.   | экзамен          |
| 3    | 7        | Текущий контроль | Отчеты по практике                | 1   | 15         | Обязательное контрольное мероприятие. Проверка письменного отчета по практике. Всего 3 отчета. Каждый отчет оценивается по пяти балльной системе. За один отчет студент получает 5 баллов, если отчет сдан в установленный срок, написан подробно, содержит глубокий анализ проведенного исследования, приведена оценка полученных результатов и сформулированы выводы. 4 балла: отчет сдан с опозданием или написан не достаточно подробно. 3 балла: отчет неполный или выполнен не самостоятельно (частично заимствован у других студентов). 2 балла: отчет полностью не соответствует поставленной задаче или выполнен не самостоятельно (полностью заимствован у других студентов). 1 балл: если факт выполнения практической работы студента подтвержден, но отчет не предоставлен. 0 баллов: работа не проводилась и отчет отсутствует. | экзамен          |

|   |   |                          |         |   |   |  |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|--|---------|
| 4 | 7 | Промежуточная аттестация | экзамен | - | 6 | Студент отвечает по выбранному билету, содержащему 2 вопроса. Преподаватель беседует со студентом, при необходимости задает дополнительные вопросы. По 3 балла на каждый вопрос в билете. Ответ на вопрос билета дан без ошибок или ошибки незначительные - 3 балла. Ответ на вопрос билета неверен или содержит ошибки - 2 балла. Ответ на вопрос билета неполный и содержит ошибки - 1 балл. Ответ на вопрос не дан или дан неверно и содержит существенные ошибки - 0 баллов. | экзамен |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|--|---------|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--|---|
| экзамен                      | Экзамен обязательное контрольное мероприятие. Студент готовится к ответу по выбранному билету. Преподаватель беседует со студентом, при необходимости задает дополнительные вопросы. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |   |
|-------------|--|------|---|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-3        | Знает: физико-химические свойства оптических материалов; назначение тонких пленок; виды оптических фильтров; основные свойства источников некогерентного оптического излучения; виды приемников оптического излучения; оптические инструменты; абберации оптических систем; дифракционную теорию оптических инструментов; принцип работы зондовых сканирующих микроскопов. | +    | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: использовать полученные знания при проведении оптического эксперимента.   | +    | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: проведения оптического эксперимента и выбора необходимых материалов и приборов.   | +    | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Источники и приемники излучения Учеб. пособие для оптич. спец. Г. Г. Ишанин и др. - СПб.: Политехника, 1991. - 239 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:



Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Техника физического эксперимента"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Техника физического эксперимента"

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы   | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание  |
|---|--|---|---|
| 1 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Зверев, В.А. Оптические материалы. [Электронный ресурс] / В.А. Зверев, Е.В. Кривоустова, Т.В. Точилина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/67465">http://e.lanbook.com/book/67465</a> — Загл. с экрана.   |
| 2 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Бараночников, М.Л. Приемники и детекторы излучений. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 640 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4145">http://e.lanbook.com/book/4145</a> — Загл. с экрана.   |
| 3 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ишанин, Г.Г. Источники и приемники, ч. 1: учебно-методическое пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, Н.К. Мальцева, А.В. Рождественский, А.Т. Сычевский. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 62 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43461">http://e.lanbook.com/book/43461</a> — Загл. с экрана. |
| 4 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Стафеев, С.К. Основы оптики. [Электронный ресурс] / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/32822">http://e.lanbook.com/book/32822</a> — Загл. с экрана.  |
| 5 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения. [Электронный ресурс] / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/53675">http://e.lanbook.com/book/53675</a> — Загл. с экрана.   |
| 6 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Учебно-методические материалы кафедры             | Методические пособия для самостоятельной работы студента по дисциплине "Техника физического эксперимента" <a href="http://phys.susu.ru/">http://phys.susu.ru/</a>   |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий  |
|---------------------------------|-------------|---|
| Практические занятия и семинары | 014<br>(2)  | Оптические элементы (линзы, призмы, металлические зеркала), держатели оптических элементов. Гелий-неоновые лазеры ЛГН-207Б, диэлектрические зеркала, диафрагмы, фотоприемники, осциллограф, призмы полного внутреннего отражения, плоскопараллельная стеклянная пластина, неодимовый лазер с преобразователем во вторую гармонику (длина волны излучения 532нм), поляризационные элементы (поляризаторы, ромб Френеля, четвертьволновая пластинка, слюдяные пластинки), микроскоп МБС-10, стеклянная кювета с раствором красителя родамин 6G и DCM в этаноле, монохроматор МУМ-1. |
| Лекции                          | 507<br>(16) | Компьютер с проектором  |
| Практические занятия и семинары | 507<br>(16) | Компьютер с проектором  |