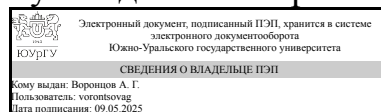


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



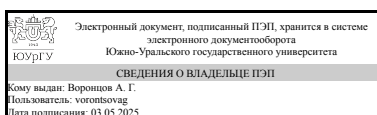
А. Г. Воронцов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.22 Материалы и компоненты электронной техники  
**для направления** 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника  
**уровень** Бакалавриат  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Физика наноразмерных систем

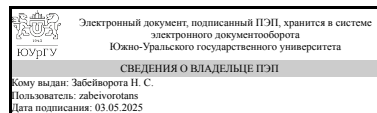
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

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



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Н. С. Забейворота

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является усвоение фундаментальных знаний в области материалов и компонентов электронной техники. Задачей дисциплины является получение навыков в применении полученных знаний для использования их при проектировании и технологии электронной техники с учетом индивидуальных особенностей материалов.

### Краткое содержание дисциплины

Материалы электронной техники (ЭТ). Понятие: материал, вещество, свойство, параметр, характеристика, качество. Классификация материалов ЭТ. Состав и структура материалов. Химический состав материала и роль примесей в нем. Структура материала. Кристаллическое строение материала. Дефекты кристаллического строения, их связь со свойствами. Сплавы. Состав и строение фаз: твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Интерметаллические соединения. Влияние типа диаграммы состояния на характер изменения свойств сплава. Основные свойства материалов, их параметры и характеристики: механические, теплофизические, оптические, электрические, химические и др. Испытания материалов. Требования к материалам. Выбор материалов в зависимости от назначения и условий эксплуатации, стоимости. Элементы зонной теории. Энергетическая диаграмма зонной теории. Понятие о диффузионной способности материалов. Проводниковые материалы. Физическая природа электропроводности. Основные свойства, влияние на них различных факторов: природы материала, примесей, температуры, структуры. Требования к проводниковым материалам. Применение металлов в ЭТ в зависимости от их функций: электротехнических, конструкционных, адгезионных, вентильных, барьерных, защитных. Особенности тонкопленочных металлических проводниковых материалов. Классификация проводниковых материалов: с малым и большим удельным электрическим сопротивлением; материалы для термопар; жаростойкие проводниковые материалы; проводящие модификации углерода; сверхпроводники; криопроводники; стеклоэмали; материалы для электрических контактов; композиционные проводниковые материалы. Характеристика основных названных групп проводниковых материалов, их применение в ЭТ. Полупроводниковые материалы, основные отличия от проводниковых материалов и диэлектриков. Классификация полупроводников (ПП) по природе, составу, чистоте. Легирование. Донорные и акцепторные ПП. Собственные, примесные, компенсированные ПП. Основные свойства элементарных ПП, полупроводниковых соединений типа АІІІV, АІІVІ, и их применение. Методы получения чистых материалов ПП: выращивание из расплава, зонной тигельной плавки, бестигельной зонной плавки. Суть методов, преимущества, недостатки. Диэлектрические материалы. Классификация диэлектриков (Д.) по назначению, постоянству свойств, агрегатному состоянию, природе, химическому составу. Основные свойства Д., поляризация Д., ее виды. Спонтанная (самопроизвольная) поляризация. Влияние различных факторов на поляризацию, использование в ЭТ; электропроводность Д., ее виды, влияние различных факторов на электропроводность Д.. Объемная и поверхностная электропроводность; потери в Д., виды потерь, влияние различных факторов на потери в Д.; электрическая прочность Д., пробой, виды пробоя. Электрическая прочность пленок; нагревостойкость электроизоляционных материалов.

Электроизоляционные материалы; материалы органической природы: полярные (фторопласт-3, оргстекло, поливинилхлорид, лавсан, полиуретан и др.) и неполярные (полиэтилен, полипропилен, полистирол, фторопласт-4 и др.), термопласты; материалы неорганической природы: стекла, ситаллы, кварц, керамика техническая и электротехническая (установочная и конденсаторная); активные диэлектрики: пьезокерамика (пьезоэлектрики), пирозлектрики, сегнетоэлектрики, электреты; Назначение диэлектрических и изоляционных материалов, основные свойства и характеристики, состав, применение в ЭТ. Магнитные материалы. Ферро- и ферримагнетизм. Основные магнитные характеристики. Намагничивание и перемагничивание. Классификация магнитных материалов. Отличительные свойства и применение магнитных материалов разных групп. Применение магнитомягких материалов (МММ). Магнитотвердые материалы (МТМ) различных групп. МТМ из порошков. МТМ на основе редкоземельных металлов. Основные характеристики, применение. Материалы специального назначения. Материалы нанoeлектроники.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности                   | Знает: основные материалы, используемые в электронике; ключевые компоненты, использующиеся в электронных схемах<br>Умеет: осуществлять подбор материалов для изготовления электронной техники                                                                                                                                     |
| ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | Знает: основные методы экспериментального исследования свойств материалов и параметров компонентов электронной техники<br>Умеет: проводить измерения свойств материалов и параметров компонентов электронной техники<br>Имеет практический опыт: измерения свойств материалов, представления и обработки экспериментальных данных |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                   | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия,<br>1.О.28 Введение в физику твердого тела,<br>1.О.08 Математический анализ,<br>1.О.11 Физика | 1.О.26 Нанoeлектроника,<br>1.О.19 Схемотехника,<br>1.О.17 Метрология, стандартизация и технические измерения,<br>1.О.21 Статистические основы интеллектуального анализа данных,<br>ФД.02 Квантовые технологии: состояние и перспективы,<br>1.О.27 Интегральная электроника и нанoeлектроника,<br>Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр) |

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

| Дисциплина                                        | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.08 Математический анализ                      | Знает: области прикладного применения дифференциального и интегрального исчисления; основные определения и теоремы математического анализа<br>Умеет: применять методы математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.О.28 Введение в физику твердого тела            | Знает: основные физические свойства материалов; физико-химические причины появления тех или иных свойств материалов<br>Умеет: находить информацию о свойствах веществ<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.О.09 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | Знает: области прикладного применения линейной алгебры и аналитической геометрии; основные определения и теоремы линейной алгебры и аналитической геометрии<br>Умеет: применять методы линейной алгебры и аналитической геометрии для решения задач теоретического и прикладного характера<br>Имеет практический опыт:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.О.11 Физика                                     | Знает: методики анализа физических систем, основные определения и законы физики, фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, основы экспериментального метода исследования; методику обработки данных эксперимента<br>Умеет: применять системный подход для решения физических задач, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, проводить простые эксперименты, грамотно представлять результаты измерений, оценивать погрешность<br>Имеет практический опыт: использования знаний физики и математики при решении практических задач, проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |   |
|--------------------|-------------|------------------------------------|---|
|                    |             | Номер семестра                     |   |
|                    |             | 3                                  | 4 |

|                                                                            |        |       |         |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------|
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 216    | 108   | 108     |
| Аудиторные занятия:                                                        | 96     | 64    | 32      |
| Лекции (Л)                                                                 | 64     | 48    | 16      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 0      | 0     | 0       |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 32     | 16    | 16      |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 105,25 | 37,75 | 67,5    |
| Подготовка к экзамену                                                      | 27     | 0     | 27      |
| Подготовка к лабораторным работам                                          | 32     | 16    | 16      |
| Написание реферата и доклада                                               | 24,5   | 0     | 24,5    |
| Подготовка к зачету                                                        | 21,75  | 21,75 | 0       |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 14,75  | 6,25  | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -      | зачет | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины          | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                           | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение в материалы электронной техники. | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Основы материаловедения.                  | 10                                        | 8 | 0  | 2  |
| 3         | Проводниковые материалы.                  | 14                                        | 6 | 0  | 8  |
| 4         | Полупроводниковые материалы.              | 14                                        | 8 | 0  | 6  |
| 5         | Диэлектрические материалы.                | 16                                        | 8 | 0  | 8  |
| 6         | Магнитные материалы.                      | 16                                        | 8 | 0  | 8  |
| 7         | Материалы специального назначения.        | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 8         | Материалы нанoeлектроники.                | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 9         | Пассивные компоненты электронной техники  | 8                                         | 8 | 0  | 0  |
| 10        | Активные компоненты электронной техники   | 8                                         | 8 | 0  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Материалы электронной техники. Понятие: материал, вещество, свойство, параметр, характеристика, качество. Классификация материалов ЭТ. Состав и структура материалов. Химический состав материала и роль примесей в нем. | 2            |
| 2        | 2         | Структура материала. Кристаллическое строение материала. Дефекты кристаллического строения, их связь со свойствами.                                                                                                      | 2            |
| 3        | 2         | Сплавы. Состав и строение фаз: твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Интерметаллические соединения. Влияние типа диаграммы состояния на характер изменения свойств сплава.                        | 2            |
| 4        | 2         | Основные свойства материалов, их параметры и характеристики: механические, теплофизические, оптические, электрические, химические и др. Испытания материалов.                                                            | 2            |
| 5        | 2         | Требования к материалам. Выбор материалов в зависимости от назначения и условий эксплуатации, стоимости. Элементы зонной теории. Энергетическая диаграмма зонной теории. Понятие о диффузионной способности материалов.  | 2            |
| 6        | 3         | Проводниковые материалы. Физическая природа электропроводности. Основные свойства, влияние на них различных факторов: природы                                                                                            | 2            |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | материала, примесей, температуры, структуры. Требования к проводниковым материалам. Применение металлов в ЭТ в зависимости от их функций: электротехнических, конструкционных, адгезионных, вентильных, барьерных, защитных. Особенности тонкопленочных металлических проводниковых материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |
| 7  | 3 | Классификация проводниковых материалов: с малым и большим удельным электрическим сопротивлением; материалы для термопар; жаростойкие проводниковые материалы; проводящие модификации углерода; сверхпроводники; криопроводники; стеклоэмали; материалы для электрических контактов; композиционные проводниковые материалы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 |
| 8  | 3 | Характеристика основных названных групп проводниковых материалов, их применение в ЭТ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
| 9  | 4 | Полупроводниковые материалы, основные отличия от проводниковых материалов и диэлектриков. Классификация полупроводников (ПП) по природе, составу, чистоте. Легирование. Донорные и акцепторные ПП. Собственные, примесные, компенсированные ПП.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 |
| 10 | 4 | Основные свойства элементарных ПП, полупроводниковых соединений типа АПВ, АПВ, и их применение.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 |
| 11 | 4 | Методы получения чистых материалов ПП: выращивание из расплава, зонной тигельной плавки, бестигельной зонной плавки. Суть методов, преимущества, недостатки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3 |
| 12 | 5 | Диэлектрические материалы. Классификация диэлектриков (Д.) по назначению, постоянству свойств, агрегатному состоянию, природе, химическому составу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 |
| 13 | 5 | Основные свойства Д.: поляризация, ее виды. Спонтанная (самопроизвольная) поляризация. Влияние различных факторов на поляризацию, использование в ЭТ; электропроводность Д., ее виды, влияние различных факторов на электропроводность Д.. Объемная и поверхностная электропроводность; потери в Д., виды потерь, влияние различных факторов на потери в Д.; электрическая прочность Д., пробой, виды пробоя. Электрическая прочность пленок; нагревостойкость электроизоляционных материалов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 |
| 14 | 5 | Электроизоляционные материалы: материалы органической природы: полярные (фторопласт-3, оргстекло, поливинилхлорид, лавсан, полиуретан и др.) и неполярные (полиэтилен, полипропилен, полистирол, фторопласт-4 и др.), термопласты; материалы неорганической природы: стекла, ситаллы, кварц, керамика техническая и электротехническая (установочная и конденсаторная); активные диэлектрики: пьезокерамика (пьезоэлектрики), пироэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты; слюда и материалы из нее; смолы: фенолоальдегидные, эпоксидные, кремний органические, глифталевые и др., и материалы на их основе. Природные смолы: шеллак, канифоль, янтарь; каучук и резины; пленкообразующие материалы: клеи, герметики, лаки, компаунды; волокнистые материалы; пластические массы; слоистые пластики. Композиционные материалы; материалы для изоляционных пленок микроэлектроники. Назначение диэлектрических и изоляционных материалов, основные свойства и характеристики, состав, применение в ЭТ. | 4 |
| 15 | 6 | Магнитные материалы. Ферро- и ферримагнетизм. Основные магнитные характеристики. Намагничивание и перемагничивание. Классификация магнитных материалов. Отличительные свойства и применение магнитных материалов разных групп.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4 |
| 16 | 6 | Магнитомягкие материалы (МММ) для: – постоянных и низкочастотных цепей; – для высоких и сверхвысоких частот; – с прямоугольной петлей гистерезиса и др. Применение МММ. Магнитотвердые материалы (МТМ) различных групп. МТМ из порошков. Ферриты. МТМ на основе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4 |

|    |    |                                                                                               |   |
|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |    | редкоземельных металлов. Основные характеристики. Применение.                                 |   |
| 17 | 7  | Материалы специального назначения. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты | 4 |
| 18 | 8  | Материалы нанoeлектроники, технологии их получения.                                           | 4 |
| 19 | 9  | Пассивные компоненты электронной техники: резисторы.                                          | 4 |
| 20 | 9  | Пассивные компоненты электронной техники: конденсаторы, индуктивности.                        | 4 |
| 21 | 10 | Активные компоненты электронной техники: диоды, транзисторы                                   | 4 |
| 22 | 10 | Активные компоненты электронной техники: оптоэлектронные приборы, микросхемы.                 | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                          | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Испытание металлов на твердость по методу Роквелла                                               | 2            |
| 2         | 3         | Исследование температурной зависимости резистивных материалов                                    | 2            |
| 3         | 3         | Определение удельного сопротивления проводника                                                   | 2            |
| 4         | 3         | Изучение температурной зависимости сопротивления проводников                                     | 2            |
| 5         | 3         | Контактные явления в проводниках и термоэлектродвижущая сила                                     | 2            |
| 6         | 4         | Изучение температурной зависимости полупроводников                                               | 2            |
| 7         | 4         | Фотопроводимость                                                                                 | 2            |
| 8         | 4         | Контактные явления в полупроводниках и барьерный фотоэффект                                      | 2            |
| 9         | 5         | Измерение угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков       | 2            |
| 10        | 5         | Измерение зависимости диэлектрической проницаемости и угла диэлектрический потерь от температуры | 2            |
| 11        | 5         | Электрический пробой в диэлектриках                                                              | 2            |
| 12        | 5         | Исследование температурной стабильности диэлектрических материалов                               | 2            |
| 13        | 6         | Снятие основной кривой намагничивания ферромагнетика                                             | 2            |
| 14        | 6         | Изучение свойств ферромагнетика с помощью петли гистерезиса                                      | 2            |
| 15        | 6         | Определение точки Кюри                                                                           | 2            |
| 16        | 6         | Изучение магнитотвердых материалов                                                               | 2            |

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС        |                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                          | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | Лекции Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил. (Страницы 47-150) Сорокин, В. С. | 4       | 27           |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
|                                   | Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 376, [1] с. ил. (Страницы 107-285)                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |       |
| Подготовка к лабораторным работам | Материалы кафедры: учебное пособие - "материалы электронной техники", авторы : Забейворота Н.С., Подгорнов Ф.В., Винник Д.А.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3 | 16    |
| Написание реферата и доклада      | Литература - книги за последние 10 лет и журналы: "Современная электроника"; "Производство электроники"; "Живая электроника России"; "Новости электроники"; "Вестник электроники"; "Известия Высших учебных заведений. Электроника"; "Электроника и микроэлектроника"; "Полимерные материалы"; "электроника и полупроводники". Портал: "Электронные компоненты" - <a href="http://www/elcomdesign.ru">www/elcomdesign.ru</a> .                                                                                                      | 4 | 24,5  |
| Подготовка к лабораторным работам | Материалы кафедры: учебное пособие - "материалы электронной техники", авторы : Забейворота Н.С., Подгорнов Ф.В., Винник Д.А.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4 | 16    |
| Подготовка к зачету               | Лекции Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил. (Страницы 47-150) Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 376, [1] с. ил. (Страницы 107-285) | 3 | 21,75 |

## 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 | 3 | Текущий контроль         | Сдача отчёта по лабораторной работе 1: Испытание металлов на твердость по методу Роквелла                                         | 4  | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет   |
| 2 | 4 | Текущий контроль         | Сдача отчёта по лабораторной работе 9: Измерение угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости твердых диэлектриков | 4  | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | экзамен |
| 5 | 3 | Текущий контроль         | Самостоятельная работа                                                                                                            | 15 | 3 | <p>Работа сдана без замечаний: 3 балла</p> <p>Работа сдана без существенных замечаний: 2 балла</p> <p>Работа сдана с опозданием или есть существенные замечания: 1 балл</p> <p>Работа не сдана: 0 баллов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет   |
| 6 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет                                                                                                                             | -  | 4 | <p>Зачет в форме письменных ответов на вопросы приведенные в билете. Билет содержит 4 вопроса. За вопрос начисляется по 1 баллу.</p> <p>Максимальная оценка 4 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | зачет   |

|   |   |                  |                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
|---|---|------------------|------------------------|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                        |    |   | Минимальная оценка 0 баллов. 4 балла выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный и дополнительный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему; в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется в ответе при видоизменении задания; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятия решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач. 3 балла выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, хорошо владеет необходимыми практическими навыками. 2 балла выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических навыков. 1 балл выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические навыки. 0 баллов выставляется студенту, который не знает программного материала и у него отсутствуют ответы на вопросы. |         |
| 7 | 4 | Текущий контроль | Самостоятельная работа | 30 | 3 | Работа сдана без замечаний: 3 балла<br>Работа сдана без существенных замечаний: 2 балла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | экзамен |

|   |   |                          |         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |         |   |   | <p>Работа сдана с опозданием или есть существенные замечания: 1 балл</p> <p>Работа не сдана: 0 баллов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
| 8 | 4 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 4 | <p>Экзамен в форме письменных ответов на вопросы приведенные в билете. Билет содержит 4 вопроса. За вопрос начисляется по 1 баллу.</p> <p>Максимальная оценка 4 баллов. Минимальная оценка 0 баллов. 4 балла выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный и дополнительный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему; в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется в ответе при видоизменении задания; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятия решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач. 3 балла выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, хорошо владеет необходимыми практическими навыками. 2 балла выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических навыков. 1 балл выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими</p> | экзамен |

|    |   |                  |                                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|----|---|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                  |                                                                                                         |   |   | затруднениями выполняет практические навыки. 0 баллов выставляется студенту, который не знает программного материала и у него отсутствуют ответы на вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 9  | 3 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 2:<br>Исследование температурной зависимости резистивных материалов | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет |
| 10 | 3 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 3:<br>Определение удельного сопротивления проводника                | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет |
| 11 | 3 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 4:<br>Изучение температурной зависимости сопротивления проводников  | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | зачет |

|    |   |                  |                                                                                              |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|----|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                  |                                                                                              |   |   | <p>лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                     |       |
| 12 | 3 | Текущий контроль | Лабораторная работа 5:<br>Контактные явления в проводниках и термоэлектродвижущая сила       | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет |
| 13 | 3 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 6:<br>Изучение температурной зависимости полупроводников | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет |
| 14 | 3 | Текущий          | Сдача отчёта по                                                                              | 4 | 4 | При сдаче отчета за лабораторную                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | зачет |

|    |   |                  |                                                                                                                                          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|----|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   | контроль         | лабораторной работе 7:<br>Фотопроводимость                                                                                               |   |   | <p>работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p>                                  |         |
| 15 | 3 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 8:<br>Контактные явления в полупроводниках и барьерный фотоэффект                                    | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | зачет   |
| 17 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 10: Измерение зависимости диэлектрической проницаемости и угла диэлектрический потерь от температуры | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p>                                                                                                                                                                             | экзамен |

|    |   |                  |                                                                                                            |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|----|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                  |                                                                                                            |   |   | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| 18 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 11: Электрический пробой в диэлектриках                                | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | экзамен |
| 19 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 12: Исследование температурной стабильности диэлектрических материалов | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | экзамен |
| 20 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 13: Снятие основной кривой намагничивания ферромагнетика               | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | экзамен |

|    |   |                  |                                                                                                     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|----|---|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                  |                                                                                                     |   |   | <p>лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                     |         |
| 21 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 14: Изучение свойств ферромагнетика с помощью петли гистерезиса | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | экзамен |
| 22 | 4 | Текущий контроль | Сдача отчёта по лабораторной работе 15: Определение точки Кюри                                      | 4 | 4 | <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и полных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 4 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу без ошибок и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 3 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками и неполных ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 2 балла.</p> <p>При сдаче отчета за лабораторную работу с ошибками в ответах на вопросы к лабораторной работе начисляется 1 балл.</p> <p>При отсутствии отчета начисляется 0 баллов.</p> | экзамен |
| 23 | 4 | Текущий          | Сдача отчёта по                                                                                     | 4 | 4 | При сдаче отчета за лабораторную                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | экзамен |





|   |                           |                       |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           | Лань                  | учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/168852">https://e.lanbook.com/book/168852</a>                                                         |
| 3 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань | Земсков Ю.П. Материаловедение [Текст] Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 200, [1] с. ил. <a href="https://e.lanbook.com/book/72035">https://e.lanbook.com/book/72035</a>                                                |
| 4 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань | Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. <a href="https://e.lanbook.com/book/167773">https://e.lanbook.com/book/167773</a> |
| 5 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань | Мигаль, Ю. Ф. Материаловедение (радиотехническое) : учебное пособие / Ю. Ф. Мигаль. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2016. — 46 с. — ISBN 978-5-88814-554-8.<br><a href="https://e.lanbook.com/book/129314">https://e.lanbook.com/book/129314</a>                  |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачет                           | 506<br>(16) | Компьютер, проектор.                                                                                                                             |
| Лабораторные занятия            | 277<br>(3)  | Специализированные стенды, лабораторные стенды.                                                                                                  |
| Контроль самостоятельной работы | 305<br>(16) | Компьютер, проектор.                                                                                                                             |
| Экзамен                         | 506<br>(16) | Компьютер, проектор.                                                                                                                             |
| Лекции                          | 305<br>(16) | Компьютер, проектор.                                                                                                                             |