

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Небольсин В.А.  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины**

**«Экспериментальные методы исследования»**

**Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Профиль Техника и физика низких температур**

**Квалификация выпускника бакалавр**

**Нормативный период обучения 4 года**

**Форма обучения очная**

**Год начала подготовки 2019**

Автор программы

Калинин Ю.Е. /Калинин Ю.Е./

Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела

Калинин Ю.Е. /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

Калядин О.В. /Калядин О.В./

Воронеж 2021

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является создание условия для формирования у обучаемого знаний, необходимых для понимания сущности экспериментальных методов исследования физических процессов, умения активно использовать эти знания, а также формирование фундаментальных знаний по экспериментальным методам исследования физических свойств конденсированных твердых сред, изделий и компонентов.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи изучения дисциплины состоят в усвоении физических принципов наиболее распространенных экспериментальных методов изучения физических свойств твердых тел, в освоении теории методов, границ применимости, оценки точности измерений, а также критической оценки и возможностей каждого метода. Для студентов ставится задача приобретения экспериментальных навыков исследования электрического сопротивления, внутреннего трения, магнитных свойств, а также возможности использования вычислительной техники в получении и обработке экспериментальных результатов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Экспериментальные методы исследования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Экспериментальные методы исследования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – Способен участвовать в исследовании и испытании оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания

ПК-2 – Способен участвовать в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать характеристики аппаратуры для экспериментальных физико-технических исследований;
	Уметь самостоятельно освоить современную физическую

	аналитическую аппаратуру различного назначения и работать на ней
	Владеть способностью самостоятельно осваивать современную физическую аппаратуру различного назначения и работать на ней
ПК-2	Знать принципы реализации и контроля качества объектов исследования
	Уметь выбрать методику и объект исследования, выполнить теоретический анализ результатов исследования
	Владеть способностью выбрать и применить современные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Экспериментальные методы исследования» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Ла б. зан .	СР С	Всего, час
1	Методы измерения электропроводности металлов и резисторов.	Основные понятия и единицы измерения. Измерение напряжения и силы тока. Измерение электрического сопротивления. Метод вольтметра-амперметра. Метод непосредственной оценки. Электронные омметры. Измерительные мосты постоянного тока. Метод дискретного счета. Цифровые приборы. Определение температурного коэффициента электрического сопротивления.	2	2	2	12	18
2	Методы измерения электропроводности полупроводников	Измерение электрической проводимости в полупроводниках и диэлектриках. Подготовка образцов к измерениям. Методы получения омических контактов. Двухзондовый метод измерения. Однозондовый метод измерения распределения удельного электрического сопротивления. Четырехзондовый метод измерения. Измерение электрической	2	2	2	12	18

		<p>проводимости пластин произвольной геометрической формы.</p> <p>Высокочастотные бесконтактные методы измерения удельного электрического сопротивления.</p> <p>Определение ширины запрещенной зоны полупроводников и диэлектриков по температурной зависимости проводимости.</p>					
3	<p>Основные методы испытаний механических свойств</p>	<p>Классификация и особенности механических испытаний.</p> <p>Испытания на растяжение. Основные прочностные параметры и характеристики пластичности.</p> <p>Испытания на сжатие.</p> <p>Испытания на изгиб.</p> <p>Испытания на кручение. Испытания на замедленное разрушение. Испытания на релаксацию напряжений.</p> <p>Измерение упругих модулей.</p>	2	2	2	12	18
4	<p>Методы измерения твердости</p>	<p>Твердость по Бринеллю. Твердость по Виккерсу.</p> <p>Твердость по Роквеллу.</p> <p>Микротвердость.</p> <p>Наноиндентирование.</p> <p>Другие статические и динамические методы определения твердости</p>	2	2	2	12	18
5	<p>Методы измерения внутреннего трения</p>	<p>Понятие неупругости и внутреннего трения.</p> <p>Меры внутреннего трения. Методы</p>	2	2	2	12	18

		<p>измерения внутреннего трения. Метод крутильного маятника. Обратный крутильный маятник. Методики измерения внутреннего трения в области частот <math>5 \cdot 10^2 - 5 \cdot 10^5</math> Гц. Методика измерения внутреннего трения в тонких пленках и фольгах. Измерение затухания в твердых телах в области частот <math>10^6 - 10^9</math> Гц. Импульсный эхо-метод. Импульсный метод для измерения скорости звука и коэффициента поглощения. Выбор методики и оценка ошибок при измерении внутреннего трения.</p>					
6	Применение метода ВТ для исследования твердых тел	<p>Феноменологическое описание релаксационных процессов. Определение энергии активации релаксационных процессов: по смещению положения максимума; по форме максимума внутреннего трения; по полувысоте релаксационного максимума; по температурному положению максимума внутреннего трения. Исследование коэффициента диффузии методом внутреннего трения. Физические основы демпфирующей способности твердых тел.</p>	2	2	2	12	18
<b>Итого</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов
<b>8 семестр</b>		<b>12</b>
2	Лабораторная работа № 1-2. Измерение удельного электрического сопротивления методами амперметра – вольтметра и четырехзондовым методом	4
6	Лабораторная работа № 3-4. Измерение релаксации напряжений и изучение микротвердости твердых тел	4
14	Лабораторная работа № 5-6. Освоение методики крутильного маятника и изучение амплитудной зависимости внутреннего трения в металлах.	4
<b>Итого</b>		<b>12</b>

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы..

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются последующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать характеристики аппаратуры для экспериментальных физико-технических исследований;	Активная работа на практических и лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь самостоятельно освоить современную физическую аналитическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Решение стандартных практических задач, написание отчета по лабораторной работе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью самостоятельно осваивать современную физическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по лабораторной работе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать принципы реализации и контроля качества объектов исследования	Активная работа на практических и лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

		лабораторной работы		
	Уметь выбрать методику и объект исследования, выполнить теоретический анализ результатов исследования	Решение стандартных практических задач, написание отчета по лабораторной работе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью выбрать и применить современные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по лабораторной работе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«незачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Незачтено
ПК-3	Знать характеристики аппаратуры для экспериментальных физико-технических исследований;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь самостоятельно освоить современную физическую аналитическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью самостоятельно осваивать современную физическую аппаратуру	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	различного назначения и работать на ней			
ПК-2	Знать принципы реализации и контроля качества объектов исследования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнены менее 70%
	Уметь выбрать методику и объект исследования, выполнить теоретический анализ результатов исследования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью выбрать и применить современные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Назовите единицы измерения удельного электрического сопротивления	1) Ом / м 2) Ом / см 3) Ом·м 4) Ом·км (Эталон: 3)
2	Модуль Юнга измеряется в:	1) Н 2) Н/м <sup>2</sup> 3) Па 4) КГ (Эталон: 2, 3)



### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Отношение электрического напряжения к току – это :	1) проводимость 2) емкость 3) сопротивление 4) индуктивность (Эталон: 3)
2	Для повышения чувствительности двухзондового метода измерения электрического сопротивления полупроводников расстояние между зондами	1) уменьшают 2) увеличивают 3) не изменяют 4) закорачивают (Эталон: 2)
3	При измерении удельного электрического сопротивления в полупроводниках двухзондовым методом используют ток плотности :	1) $\leq 10$ А/см <sup>2</sup> 2) $\leq 10^4$ А/см <sup>2</sup> 3) $\leq 10^5$ А/см <sup>2</sup> 4) $\leq 10^6$ А/см <sup>2</sup> (Эталон: 1)
4	Отношение относительных изменений поперечного и продольного размеров образца при деформации – это :	1) модуль Юнга 2) коэффициент Гука 3) коэффициент Пуассона 4) коэффициент Грюнайзена (Эталон: 3)
5	Отношение приложенной силы к относительной деформации при растяжении – это :	1) сдвиг 2) напряжение 3) изгиб 4) упругость. (Эталон: 2)
6	Критерием годности продукции при технологических пробах на изгиб может быть	1) заданный угол загиба 2) появление первой трещины при загибе на заданный угол 3) возможность загиба пластины до параллельности сторон 4) возможность загиба до разрушения (Эталон: 1, 2, 3)

7	Одним из недостатков бесконтактных методов измерения электрической проводимости является	1) необходимость расчетов 2) необходимость градуировки 3) необходимость подгонки 4) необходимость подборки (Эталон: 2)
8	В качестве единицы твердости по Роквеллу принимают безразмерную величину, соответствующую осевому перемещению индентора на _____ мкм	1) 0.5 2) 1 3) 2 4) 5 (Эталон: 3)
9	При каких условиях эксперимента внутреннее трение максимально?	1) $\omega\tau=0$ 2) $\omega\tau=1$ 3) $\omega\tau=10$ 4) $\omega\tau=100$ (Эталон: 2)
10	К высокодемпфирующим материалам относят материалы, имеющие демпфирующую способность $\psi$ больше	1) 0,1 % 2) 1 % 3) 10 % 4) 100 %. (Эталон: 3)

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

№	Вопрос	Варианты ответа
1	При определении удельного электрического сопротивления полупроводников четырехзондовым методом используют уравнение	1) $\rho = (U \cdot I)2\pi s$ 2) $\rho = (U \cdot I)$ 3) $\rho = (U/I)2\pi s$ 4) $\rho = (U/I)2\pi$ (Эталон: 3)
2	При определении удельного электрического сопротивления четырехзондовым методом в тонких пленках используют уравнение	1) $\rho = (U \cdot I)2\pi d$ 2) $\rho = (U \cdot I)4,53d$ 3) $\rho = (U/I)4,53d$ 4) $\rho = (U/I)2\pi d$ (Эталон: 3)
3	При определении удельного электрического сопротивления двухзондовым методом в полупроводниках используют уравнение	1) $\rho = (U \cdot I)2\pi l$ 2) $\rho = 4,53(U \cdot I)l$ 3) $\rho = 4,53(U/I)l$ 4) $\rho = (US/\Pi)$ (Эталон: 4)

4	Напряжение растяжения, при котором остаточное удлинение составляет 0,05 %, называют	1) пределом пропорциональности 2) пределом упругости 3) пределом текучести 4) пределом прочности (Эталон: 2)
5	Напряжение растяжения, при котором остаточное удлинение составляет 0,2 %, называют	1) пределом пропорциональности 2) пределом упругости 3) пределом текучести 4) пределом прочности (Эталон: 3)
6	Напряжение растяжения, соответствующее максимальной нагрузке на кривой растяжения, называют	1) пределом пропорциональности 2) пределом упругости 3) пределом текучести 4) пределом прочности (Эталон: 4)
7	Относительное укорочение при испытании на сжатие определяют как	1) $\varepsilon = [(h_0 - h)/h] 100\%$ 2) $\varepsilon = [(h_0 + h)/h_0] 100\%$ 3) $\varepsilon = [(h_0 - h)/h_0] 100\%$ 4) $\varepsilon = [(h_0 + h)/h] 100\%$ (Эталон: 3)
8	Твердость по Виккерсу определяют по формуле	1) $PV = P/d^2$ 2) $PV = 1,854P/d^3$ 3) $PV = 1,854P/d^2$ 4) $PV = 1,854P/d$ (Эталон: 3)
9	Приведите температурную зависимость времени релаксации	1) $\tau = \tau_0 \exp(-H/2kT)$ , 2) $\tau = \tau_0 \exp(H/2kT)$ , 3) $\tau = \tau_0 \exp(-H/kT)$ , 4) $\tau = \tau_0 \exp(H/kT)$ , (Эталон: 4)
10	Демпфирующую способность материала определяют по уравнению	1) $\psi = [1 - \exp(2\pi Q^{-1})] \cdot 100 \%$ . 2) $\psi = [1 - \exp(-2\pi Q^{-1})] \cdot 100 \%$ . 3) $\psi = [1 - \exp(\pi Q^{-1})] \cdot 100 \%$ . 4) $\psi = [1 - \exp(-\pi Q^{-1})] \cdot 100 \%$ . (Эталон: 2)

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Задачи курса "Экспериментальные методы исследований". Основные параметры.
2. Подготовка образцов к измерениям. Методы изготовления образцов заданной геометрии. Методы получения омических контактов.

3. Четырехзондовый метод измерения удельного электрического сопротивления на постоянном токе.
4. Четырехзондовый метод измерения удельного электрического сопротивления на переменном токе.
5. Двухзондовый метод измерения удельного электрического сопротивления.
6. Однозондовый метод измерения удельного электрического сопротивления.
7. Бесконтактные методы измерения удельного электрического сопротивления.
8. Определение параметров полупроводников по температурной зависимости электрического сопротивления.
9. Классификация механических испытаний.
10. Методы определения упругих свойств.
11. Измерение твердости по Бринеллю.
12. Измерение твердости по Виккерсу.
13. Измерение твердости по Роквеллу.
14. Измерение микротвердости.
15. Методы измерения неупругих свойств (общие сведения о неупругости).
16. Меры внутреннего трения.
17. Измерение упругих и неупругих свойств методом крутильного маятника.
18. Измерение неупругих свойств в тонких пленках.
19. Особенности измерения неупругих свойств в магнитострикционных ферромагнетиках.
20. Импульсный метод измерения упругих и неупругих свойств.
21. Определение энергии активации релаксационного процесса по результатам измерения внутреннего трения.
22. Измерение коэффициента диффузии методом внутреннего трения.
23. Испытания на растяжение.
24. Испытание на сжатие.
25. Испытания на изгиб.
26. Испытания на кручение.
27. Испытания на замедленное разрушение.
28. Испытания на ударную вязкость.
29. Испытания на усталость.
30. Испытания на ползучесть.
31. Испытания на длительную прочность.
32. Испытания на релаксацию напряжений.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебны мпланом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

Результаты знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено» - Выполнение теста на 70 – 100 %.

«не зачтено» - Выполнение менее 70 %.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Методы измерения электропроводности металлов и резисторов.	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Методы измерения электропроводности полупроводников	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Основные методы испытаний механических свойств	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Методы измерения твердости	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Методы измерения внутреннего трения	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Применение метода ВТ для исследования твердых тел	ПК-3, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>8.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспече ность
<b>8.1.1. Основная литература</b>				
8.1.1. 1	Золотухин И.В., Калинин Ю.Е., Железный В.С., Гущин В.С.	Экспериментальные методы исследований. – Воронеж: ВГТУ, 2004. – 494 с.	2004 Печ.	1,0
8.1.1. 2	С.И. Рембеза, Б.М. Синельни- ков, Е.С. Рембеза, Н.И.Каргин	Физические методы исследования материалов твердотельной электроники /. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. – 432 с.	2002 Печ.	1,0
8.1.1. 3	Ю.Е. Калинин	Экспериментальные методы исследований: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (15 Мб) / Ю.Е. Калинин. –	2015 Магн. Носит.	1,0

		Воронеж : ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; Adobe Acrobat; 1024x768; CD-ROM ; мышь. – Загл. с экрана.		
<b>8.1.2. Дополнительная литература</b>				
8.1.2. 1	Головин Ю.И.	Основы нанотехнологий. – М.: Машиностроение, 2012. – 656 с.	2012 Печ.	0,1
8.1.2. 2	Миронов В.Л.	Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Нижний Новгород: РАН, Институт физики микро-структур, 2004. – 110 с.	2004. Печ.	0,2
8.1.2. 3	Головин Ю.И.	Наноиндетирование и его возможности. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.	2009 Печ.	0,1
<b>8.1.3 Методические разработки</b>				
8.1.3. 1	Калинин Ю.Е. Янченко Л.И.	<b>Экспериментальные методы исследования (Лабораторный практикум) (ВГТУ) – 2017</b> № госрегистрации <b>0321702086</b>	2017 Электр.	1
8.1.3. 2	Калинин Ю.Е.	Методические указания к выполнению курсовых работ по дисциплине «Экспериментальные методы исследований»	2015 Электр.	1

		для студентов направления 16.03.01 «Техническая физика» (профиль «Физическая электроника») очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Ю.Е. Калинин. Воронеж, 2015. 21 с		
8.1.3. 3	Калинин Ю.Е.	Методические указания к практическим занятиям по курсу «Экспериментальные методы исследований» для студентов направления 16.03.01 «Техническая физика» (профиль «Физическая электроника») очной формы обучения	2015 магн. носитель	1

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, СтройКонсультант (<http://www.stroykonsultant.com.>).

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий необходима лекционная лаборатория, оснащенная для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

При выполнении практических и лабораторных работ используются учебные лаборатории «Физического материаловедения», «Физические свойства твердых тел» и Дисплейный класс.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Экспериментальные методы исследования» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на закрепление теоретического материала путем проведения семинарских занятий по основным темам теоретического курса. Занятия проводятся путем семинарских занятий в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные

	<p>на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>