

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Кревчик В.Д.  
(Подпись) (Фамилия, инициалы)  
« 30 » ноября 2015 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### М1.1.4 Специальный физический практикум

( индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины)

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»  
(код, наименование направления подготовки)

Магистерская программа «Физика конденсированного состояния вещества»  
(наименование магистерской программы)

Квалификация (степень) выпускника – **магистр**

Форма обучения очная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Пенза, 2015

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями учебной дисциплины «Специальный физический практикум» являются: освоение современными экспериментальными методами физических исследований строения и свойств твердых кристаллических тел: механических, тепловых, электрических, магнитных и оптических; формирование у студентов современного стиля физического мышления, а также установление границ применимости физических законов и идеализированных моделей, применяемых в физике конденсированного состояния вещества.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина М1.1.4 «Специальный физический практикум» является дисциплиной базовой части программы магистратуры (блок М1.1) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов по курсу общей физики и физики твердого тела.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- «Планирование и организация научных исследований» – базовая часть (блок М1.1);
- «Основы наноэлектроники» – вариативная часть (блок М1.2);
- «Избранные разделы физики конденсированного состояния вещества» – вариативная часть (блок М1.2);
- «Производственная практика», «НИР» и «Преддипломная практика» - вариативная часть (блок М2.2.1).

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Специальный физический практикум»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

ОПК-1	- готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке РФ и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности.	Знать: методы и приемы постановки физического эксперимента для решения экспериментальных задач, используемых в иностранных вузах.
		Уметь: применять зарубежные методы и приемы постановки физического эксперимента для решения экспериментальных задач.
		Владеть: навыками работы с иностранной литературой, посвященных современным методам экспериментальных исследований в области физики твердого тела.
ОПК-3	-способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ.	Знать: методы научно-исследовательских и инновационных работ для решения экспериментальных задач из различных разделов физики.
		Уметь: применять методы и приемы постановки физического эксперимента для решения экспериментальных задач.

		Владеть: навыками планирования и организации научно-исследовательских и инновационных работ по постановке физического эксперимента.
ПК-1	- способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.	Знать: современные методы постановки физического эксперимента с помощью лабораторного оборудования и аппаратуры.
		Уметь: применять методы и приемы постановки физического эксперимента с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.
		Владеть: навыками постановки физического эксперимента с помощью современной аппаратуры и использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.
СК-2	- способность к модернизации лабораторного и научного оборудования для проведения специального физического эксперимента.	Знать: теорию и методы проведения лабораторных исследований физических параметров.
		Уметь: осуществлять модернизацию лабораторного оборудования для проведения специального физического эксперимента.
		Владеть: навыками использования универсального лабораторного оборудования для проведения уникального физического эксперимента.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Специальный физический практикум»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная Работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)									Подготовка к экзамену
1.	Механические и тепловые свойства твердых тел.	1	1-18	36	-	-	36	36	36				9,16							
2.	Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков.	2	1-18	36	-	-	36	72	72				9,16							
3.	Акустические и оптические свойства твердых тел.	3	1-18	36	-	-	36	72	72				9,16							
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																			

	<i>Подготовка к экзамену</i>																		
	Общая трудоемкость, в часах			<b>108</b>	–	–	108	<b>180</b>	180					Промежуточная аттестация					
													Форма	Семестр					
													Зачет	1,2,3					
													Экзамен	–					

## 4.2. Содержание дисциплины - список лабораторных работ по специальному физическому практикуму

I семестр (36 часов)

Раздел I. Механические и тепловые свойства твердых тел.

1. Определение плотности твердых тел:
  - а) методом прямого взвешивания на аптечных и аналитических весах;
  - б) методом гидростатического взвешивания.
2. Исследование деформации прямоугольной балки и определения модуля Юнга.
3. Определение модуля Юнга методом измерения частоты собственных изгибных колебаний колебательной системы с присоединенной массой:
  - а) выполненной в виде прямоугольной тонкой пластины.
  - б) выполненной в виде тонкого однородного цилиндрического стержня.
4. Исследование зависимости модуля сдвига цилиндрического стержня от продольного механического напряжения.
5. Исследование кинетики и механизма мартенситных превращений в сплавах с эффектом механической памяти формы (Ti-Ni).
6. Определение теплоемкости металлических стержней методом пассивного охлаждения.

II семестр (36 часов)

Раздел II. Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков.

1. Исследование зависимости электрического сопротивления металлов и полупроводников от температуры.
2. Изучение явления термо - ЭДС при контакте двух металлов.
3. Исследование электропроводности полупроводников с собственной и примесной проводимостью. Контакт двух полупроводников (p-n – переход).
4. Исследование резонансных характеристик пьезоэлектрических преобразователей.
5. Изучение диэлектрических свойств сегнетоэлектриков - исследование зависимости поляризации сегнетоэлектрика от напряженности электрического поля.
6. Определение точки Кюри сегнетоэлектрика.
7. Исследование температурной зависимости энергии Ферми электронов проводимости металлов и сплавов.

## III семестр (36 часов)

## Раздел III. Акустические и оптические свойства твердых тел.

1. Распределение Бозе-Эйнштейна: Исследование спектра теплового излучения вольфрама.
2. Определение показателя преломления стеклянной пластины с помощью микроскопа.
3. Исследование зависимости времени жизни неравновесных носителей тока в полупроводниках с собственной проводимостью от частоты световых волн.
4. Исследование зависимости времени жизни неравновесных носителей тока в полупроводниках с собственной проводимостью от температуры.
5. Измерение скорости распространения продольных ультразвуковых волн в твердых телах методом импульсно-фазового интерферометра.

**5. Образовательные технологии**

## 5.1. Форма проведения лабораторных занятий:

- подготовка студентом конспекта выполнения лабораторной работы в соответствии с графиком выполнения работ;
- получение студентом допуска к выполнению лабораторной работы;
- проведение измерений на лабораторной установке;
- проведение обработки экспериментальных результатов и оформление отчета по лабораторной работе;
- защита отчета лабораторной работы.

## 5.2. Форма выполнения самостоятельной работы:

- изучение порядка выполнения лабораторных работ по разделам физики твердого тела по дополнительной литературе.

*Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 50 % аудиторных занятий.*

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе, в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.  
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,  
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**6.1. План самостоятельной работы студентов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература (см. п. 7)	Количество часов
1.	Механические и тепловые свойства твердых тел.	1. Подготовка к аудиторным занятиям. 2. Отчет по лабораторной работе.	1. Составить конспект лабораторных работ №1-№6. 2. Выполнить лаб. работы и провести расчеты. 3. Составить отчеты.	1.1-1.5	36
2.	Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков.	1. Подготовка к аудиторным занятиям. 2. Отчет по лабораторной работе.	1. Составить конспект лабораторных работ №1-№7. 2. Выполнить лаб. работы и провести расчеты. 3. Составить отчеты.	2.1-2.2	72
3.	Акустические и оптические свойства твердых тел.	1. Подготовка к аудиторным занятиям. 2. Отчет по лабораторной работе.	1. Составить конспект лабораторных работ №1-№5. 2. Выполнить лаб. работы и провести расчеты. 3. Составить отчеты.	3.1-3.3	72

**6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

6.2.1. Конспект по изучаемой самостоятельно теме дисциплины «Специальный физический практикум» должен включать название темы лабораторной работы, основные теоретические сведения, описание лабораторной установки и принцип работы, порядок проведения измерений исследуемой величины. В текст конспекта можно включать рисунки и таблицы, поясняющие и дополняющие содержание рассматриваемого вопроса. В конце конспекта обязательно привести список использованной литературы.

**6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

6.3.1. Контроль освоения компетенций

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых
-------	--------------	-------------------------------	---------------------------------



			контролируются
1	Контрольная (рубежная) точка № 1.	1. Механические и тепловые свойства твердых тел. 2. Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков. 3. Акустические и оптические свойства твердых тел.	ОПК-1,3; ПК-1; СК-2
2	Контрольная (рубежная) точка № 2.	1. Механические и тепловые свойства твердых тел. 2. Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков. 3. Акустические и оптические свойства твердых тел.	ОПК-1,3; ПК-1; СК-2

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Специальный физический практикум»

Раздел 1. Механические и тепловые свойства твердых тел.

а) основная литература:

1. Рудин А.В., Евстифеев В.В, Костина Н.В., Першенков П.П. Механика: Определение плотности твердого тела методом гидростатического взвешивания. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу общей физики. Изд. ПГУ, г. Пенза, 2006 г., 15 стр. (кол-во –100 экз. на кафедре «Физика»)

[http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me\\_2006\\_2.zip](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me_2006_2.zip)

2. Рудин А.В., Евстифеев В.В, Костина Н.В., Першенков П.П. Механика: Исследование деформации изгиба балки и определение модуля Юнга. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу общей физики. Изд. ПГУ, г. Пенза, 2006 г. (кол-во – 100 экз. на кафедре «Физика»)

[http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me\\_2006\\_1.zip](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me_2006_1.zip)

3. Рудин А.В. Физические свойства твердых тел. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физика твердого тела», часть 1. Изд. ИИЦ ПГУ, г. Пенза, 2007 г. [http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab\\_ftt\\_01.pdf](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab_ftt_01.pdf)

4. Рудин А.В., Костина Н.В., Першенков П.П. Молекулярная физика и термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу общей физики. Пенза: Изд. Пензенского госуниверситета, 2003 г. (кол-во –700 экз. на кафедре «Физика»)

[http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/mo\\_2003.zip](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/mo_2003.zip)

б) дополнительная литература:

5. Евстифеев В.В., Кревчик В.Д., Роменский А.В., Статистические методы в экспериментальной физике: Учебное пособие, Пенза: Изд – во Пенз. гос. ун – та, 2011, 404с. (кол-во –20 экз.)

[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=13723](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13723)

Раздел 2. Электрические и термоэлектрические свойства металлов, сплавов, полупроводников и диэлектриков.

а) основная литература:

1. Рудин А.В. Физические свойства твердых тел. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физика твердого тела», часть 1. Изд. ИИЦ ПГУ, г. Пенза, 2007 г. [http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab\\_ftt\\_01.pdf](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab_ftt_01.pdf)

б) дополнительная литература:

2. Евстифеев В.В., Кревчик В.Д., Роменский А.В., Статистические методы в экспериментальной физике: Учебное пособие, Пенза: Изд – во Пенз. гос. ун – та, 2011, 404с. (кол-во –20 экз.)

[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13723)

[bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=13723](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13723)

Раздел 3. Акустические и оптические свойства твердых тел.

а) основная литература:

1. Рудин А.В., Евстифеев В.В, Костина Н.В., Першенков П.П. Механика: Определение скорости звука в воздухе методом акустического интерферометра. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу общей физики. Изд. ПГУ, г. Пенза, 2006 г. (кол-во – 100 экз. на кафедре «Физика»)

[http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me\\_2006\\_3.zip](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/2018/me_2006_3.zip)

2. Рудин А.В. Физические свойства твердых тел. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физика твердого тела», часть 1. Изд. ИИЦ ПГУ, г. Пенза, 2007 г. [http://dep\\_fizika.pnzgu.ru/files/dep\\_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab\\_ftt\\_01.pdf](http://dep_fizika.pnzgu.ru/files/dep_fizika.pnzgu.ru/literatura/lab/ftt/lab_ftt_01.pdf)

б) дополнительная литература:

3. Евстифеев В.В., Кревчик В.Д., Роменский А.В., Статистические методы в экспериментальной физике: Учебное пособие, Пенза: Изд – во Пенз. гос. ун – та, 2011, 404с. (кол-во –20 экз.)

[http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13723)

[bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL\\_PRINT&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=13723](http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=13723)

в) интернет-ресурсы: единое окно доступа к информационным ресурсам

<http://window.edu.ru>; <https://elibrary.ru>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 1. Оснащенность учебных аудиторий:

Комплект учебной мебели: парты, стол преподавательский, стулья, доска.

Проектор NEC V260X, экран Lumien Master Control, ноутбук HP Pro Book 4710s VQ738EA.

Лабораторное оборудование: весы аптечные ВА-М-200, весы аналитические, ВЛА-М-200, набор гирь Г4-210, амперметры Э-30 и Э-59, вольтметры Э-515 (2 шт) и В7-22А, авометр АВО-5М1 (2 шт), мультиметр цифровой АРРА-305, мультиметр ЕМ362 (4 шт), латр-1М, 220В, 9А (2 шт), мост универсальный Е7-4, магазин сопротивлений измерительный Р33, источник постоянного тока стабилизированный ИПС-1, блок стабилизированного тока GPR-1810HD, блок питания постоянного тока ВС-24 М, прибор комбинированный М2015, прибор комбинированный М1107, генератор стандартных сигналов Г4-18А, генератор импульсов Г5-54 (2 шт), генератор сигналов высокочастотный Г4-153, частотомер электронносчетный ЧЗ-33 (2 шт), частотомер электронносчетный ЧЗ-32, осциллограф двухлучевой С1-69, осциллограф двухканальный С1-83, осциллограф С1-48Б, осциллограф – мультиметр цифровой ОМЦ-20, установка для изучения р-п перехода ФПК-06, лабораторный комплекс УК-ЛО-4Б, измеритель деформации цифровой ИДЦ-1, дефектоскоп ультразвуковой универсальный, УД2В-П46.W, дефектоскоп вихретоковый ВД-70

### 2. Программное обеспечение:

«Microsoft» (подписка Eopen), «Антивирус Касперского»

Рабочая программа дисциплины «Специальный физический практикум» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 «Физика».

Программу составили:

1. Рудин Александр Васильевич, доцент

(Ф.И.О., должность, подпись)



**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 3

от « 19 » ноября 2015 года

Зав. кафедрой «Физика»



Семенов М.Б.

(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой

«Физика»

(название кафедры)



Семенов М.Б. 19.11.2015

(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета приборостроения, информационных технологий и электроники

Протокол № 4

от « 30 » ноября 2015 года

Председатель методической комиссии  
факультета приборостроения,  
информационных технологий и электроники

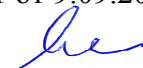
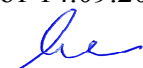



(подпись)

Задера А.В.

(Ф.И.О.)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год  
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2016-2017	№1 от 9.09.2016 г. 	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9-10		
2017-2018	№1 от 14.09.2017 г. 	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9-10		
2018-2019	Пр.№1 от 3.09.2018 	Изменений нет			
2019-2020	Пр.№1 от 12.09.19 	Изменений нет			