

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.Ф. Шишлаков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

22 июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные разделы физики»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	14.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Ядерная энергетика и теплофизика
Наименование направленности	Технологии управления в ядерной энергетике
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к. ф.-м. н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 16.04.2020
(подпись, дата)

Н.П.Лавровская
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 3

«16» апреля 2020 г, протокол № 13

Заведующий кафедрой № 3

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

 16.04.2020
(подпись, дата)

А.В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 14.03.01(01)

ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

 22.06.2020
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

и.о. зав. каф., к.э.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 22.06.2020
(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Специальные разделы физики» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» направленности «Технологии управления в ядерной энергетике». Дисциплина реализуется кафедрой «№3».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-1 «Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик»

ПК-2 «Готовность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой твердого тела, электрическими и магнитными свойствами полупроводников.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

- получение студентами необходимых знаний и навыков в области естественных наук;
- представление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в измерениях, вычислениях и обработке результатов измерений;
- создание поддерживающей образовательной среды преподавания для освоения технических дисциплин.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1. Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик	ПК-1.3.1 знает методы прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик
Профессиональные компетенции	ПК-2 Готовность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов	ПК-2.3.1 знает методы проведения физического и численного эксперимента, и подготовки соответствующих экспериментальных стендов

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Химия
- Электротехника

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- Компьютерные сети АЭС
- Конструирование приборов контроля и диагностики

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)	4/ 144	4/ 144
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Квантовая физика	4		11		19
Раздел 2. Статистическая физика	4		11		19
Раздел 3. Физика твердого тела	9		12		19
Итого в семестре:	17		34		57
Итого:	17	0	34	0	57

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Раздел 1	<p>Квантовая физика Соотношение неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее основные свойства. Операторы физических величин. Временное и стационарное уравнение Шредингера, квантовые состояния. Квантовые уравнения движения. Свободная частица. Частица в бесконечной потенциальной яме. Квантовый осциллятор. Нулевая энергия, нулевые колебания. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</p> <p>Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Орбитальное гироманнитное отношение. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип тождественности микрочастиц. Фермионы и бозоны. Симметрия волновой функции системы одинаковых частиц. Принцип Паули. Объяснение периодической системы элементов Д.И.Менделеева. Энергетический спектр атомов и молекул. Природа химической связи.</p>
Раздел 2	<p>Статистическая физика Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна. Фотонный и фононный газы. Распределение фононов по энергиям. Теплоемкость кристаллической решетки. Сверхтекучесть.</p> <p>Понятие о квантовой статистике Ферми-Дирака. Распределение электронов проводимости в металле по энергиям при абсолютном нуле температуры. Энергия Ферми. Влияние температуры на распределение электронов по энергиям, уровень Ферми. Внутренняя энергия и теплоемкость электронного газа в металле. Электропроводность металлов. Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводников.</p>
Раздел 3	<p>Физика твердого тела Энергетические зоны в кристалле. Распределение электронов по энергетическим зонам, валентная зона и зона проводимости. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Квазичастицы – электроны проводимости и дырки. Эффективная масса электрона в кристалле. Примесная проводимость полупроводников. Электронные и дырочные полупроводники. Контакт электронного и дырочного полупроводника, его вольт-амперная характеристика. Фотоэлектронные явления в полупроводниках. Люминесценция твердых тел.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Определение электроемкости конденсатора	3	2
2	Процессы установления тока при разрядке и зарядке конденсатора	4	2
3	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	4	3
4	Определение удельного заряда электрона	3	1
5	Исследование гистерезиса ферромагнитных материалов	4	3
6	Проверка законов теплового излучения	4	1
7	Эффект Холла в германии	4	3
8	Опыты Столетова по изучению фотоэффекта	4	1
9	Определение ширины запрещенной зоны полупроводника	4	2
Всего:		34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	19	19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	19	19
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	19	19
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
[53(075)]	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие в 3 т. 2013. Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика	ФО(4), ГС(94), ГСЧЗ(1)
[53(075)]	Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие в 3 т. 2014. Т.3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	ФО(4), ГС(91), ГСЧЗ(1)
[531 В83]	Иродов И.Е. Механика: Основные законы. М.: Физ- матлит, 2015	ГС(133), ГСЧЗ(1), ПГ(6)
[53(075) Т76]	Трофимова Т.И. Курс физики. 2007,	ФО(3), ГС(27)

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://lib.aanet.ru/	Библиотека ГУАП
http://lms.guap.ru	Физика 1
http://lms.guap.ru	Физика 2
http://lms.guap.ru	Физика 3

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Электромагнетизм»	32-04
3	Специализированная лаборатория «Квантовая физика»	32-05, 32-03

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1	.Фотоэффект и его законы
2	.Тормозное рентгеновское излучение
3	Фотоны и их свойства. Квантово – волновой дуализм
4	Гипотеза де Бройля и подтверждающие ее опыты. Волны де Бройля
5	Уравнение Шредингера – основное уравнение квантовой механики
6	Физический смысл и свойства волновой функции
7	Задача о микрочастице в бесконечно глубокой потенциальной яме
8	Уравнение Шредингера и его решение для свободной частицы
9	Прохождение частицы через потенциальный барьер
10	Квантовый гармонический осциллятор
11	Квантовый ротатор
12	Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа.
13	Спин электрона
14	Принцип Паули. Строение электронных оболочек. Периодическая система
15	Виды связей в молекулах и потенциальная энергия молекул
16	Квантовая статистика Ферми – Дирака
17	Квантовая статистика Бозе – Эйнштейна
18	Связь в кристалле. Энергетические зоны в кристаллах. Уравнение Шредингера и его решение
19	Заполнение зон электронами. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
20	Классификация твердых тел
21	Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка
22	Условия Бравэ. Трансляционные решетки Бравэ
23	Кристаллографические индексы
24	Экспериментальное исследование структуры твердых тел
25	Типы дефектов в твердых телах
26	. Тепловые точечные дефекты по Френкелю и Шоттки

27	Равновесная концентрация точечных дефектов
28	Дислокации и их свойства
29	Механические напряжения в твердых телах
30	Виды деформаций, их виды и описание
31	Упругость. Закон Гука для изотропных твердых тел
32	Пластические свойства твердых тел. Текучесть.
33	Хрупкие разрушения
34	Электронная теория валентности
35	Молекулярные кристаллы. Силы Ван-дер-Ваальса
36	Ионная связь. Ионные кристаллы
37	Ковалентная связь. Ковалентные кристаллы
38	Металлические кристаллы
39	Водородная связь в кристаллах
40	Классическая теория теплоемкости Дюлонга и Пти
41	Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна
42	Квантовая теория теплоемкости Дебая.
43	Электронная теплоемкость и ее зависимость от температуры
44	Фононы и их свойства
45	Тепловое расширение твердых тел
46	Решеточная теплопроводность твердых тел
47	Электронная теплопроводность металлов
48	Диффузия – процесс переноса вещества
49	Характеристики движения электронов в проводнике
50	Длина свободного пробега электронов в проводнике
51	Удельная электропроводность. Зависимость проводимости от температуры
52	Электропроводность металлов и сплавов
53	Полупроводники. Собственная проводимость. Примесная проводимость
54	Эффект сильного поля
55	Эффект Ганна

56	Фотопроводимость (внутренний фотоэффект). Экситоны.
57	Люминесценция кристаллов
58	Намагниченность твердых тел. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетизм
59	Магнитные свойства атомов
60	Природа диа- и парамагнетизма
61	Природа ферромагнетизма. Антиферромагнетики. Ферриты
62	Контакт двух металлов. Работа выхода
63	Контакт металла с проводником. Контакт полупроводников с разными типами проводимости
64	Контакт металла с проводником. Контакт полупроводников с разными типами проводимости
65	Контакт металла с проводником. Контакт полупроводников с разными типами проводимости
66	Термоэлектрические явления (эффект Зеебека и Пелетье)
67	Сверхпроводимость. Суть явления. Критерий нулевого сопротивления
68	Температура переходов в сверхпроводящее состояния
69	Идеальный диамагнетизм при сверхпроводимости. Критическое магнитное поле
70	Взаимосвязь сверхпроводимости со структурой кристалла и теплоемкостью
71	Квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона
72	Теория сверхпроводимости Г. И Ф. Лондонов
73	Теория сверхпроводимости Гинзбурга и Ландау
74	Теория сверхпроводимости Бардина – Купера – Шриффера

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области структуры, свойств твердого тела и использования этих свойств в технике.

Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение

лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

В течение семестра каждый студент в соответствии с рабочей программой по дисциплине Физика должен выполнить определенное число лабораторных работ. На каждую лабораторную работу планируется не менее двух занятий: одно – на выполнение измерений, и одно – на защиту отчета. Отчет пишется не во время занятий, а дома или в библиотеке.

В начале семестра до начала занятий студент должен быть проинструктирован по технике безопасности при проведении лабораторных работ по физике. Прохождение инструктажа фиксируется в специальном журнале; там нужно обязательно расписаться.

В лабораторию студенты должны приходить подготовленными к назначенной работе. Необходимо заранее прочитать описание работы и теоретические сведения из соответствующего раздела курса. Не забывайте о рекомендованной литературе и обязательно получите в библиотеке все пособия, выпускаемые кафедрой.

Выполнять работу студенту разрешается, лишь после допуска, полученного после беседы с преподавателем. Преподаватель должен убедиться, что студент понимает:

какие явления он будет наблюдать и исследовать; какая цель перед ним поставлена;

какими приборами и как ведутся измерения; как следует проводить эксперимент.

Полученный допуск к работе отмечается преподавателем в журнале.

В процессе выполнения лабораторной работы нужно обязательно заполнить протокол измерений. У каждого студента протокол измерений должен быть свой; ведение одного протокола несколькими студентами вместе не допускается. Протокол ведется на листе формата А4. В протоколе должно быть отражено:

точное полное название и номер лабораторной работы в соответствии с методическим пособием;

фамилия, инициалы студента и номер группы;

фамилия и инициалы преподавателя;

таблица технических характеристик измерительных приборов (название прибора, рабочий диапазон, цена деления, класс точности и др.);

параметры установки, на ней указанные; результаты измерений;

дата и подпись студента.

Все записи должны вестись авторучкой, шариковой, капиллярной или гелевой ручкой. Запись наблюдений и данных карандашом не допускается, карандашом можно лишь чертить таблицы и графики. Ведение «черновики протокола» и переписывание их в конце занятия начисто не рекомендуется; это ненужная трата времени и возможность допустить ошибку при переписывании. Старательность и аккуратность лучше проявить при оформлении отчета.

По окончании измерений протокол обязательно дается на подпись преподавателю. Без этой подписи протокол считается недействительным. Подпись студента в протоколе обозначает, что он отвечает за все проведенные измерения, а подпись преподавателя означает, что работа действительно выполнялась и указанные значения действительно получены именно тем студентом, который составил протокол.

По результатам, зафиксированным в протоколе измерений, студент дома пишет отчет и защищает его на следующем занятии. При защите отчета могут быть заданы любые вопросы по теории изучаемого явления и по полученным результатам. За принятый отчет преподаватель выставляет студенту оценку и после этого сообщает номер и название следующей лабораторной работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать следующие разделы:

1. Цель работы.

Она сформулирована в описании лабораторной работы, отсюда ее следует переписать.

2. Описание лабораторной установки.

Описание установки должно быть кратким. Следует ограничиться функциональной или электрической схемой установки. Не нужно приводить внешнего вида приборов. Далее необходимо описать эксперимент и перечислить измерительные приборы в таблице технических характеристик, перенесенной из протокола измерений.

3. Рабочие формулы.

Рабочими называются только те формулы, по которым непосредственно производятся вычисления исследуемых величин. Слева в формуле должно стоять то, что следует определить, справа - то, что измерялось в работе или известно. Все приведенные формулы должны быть пронумерованы.

Вывод формул и промежуточные выражения в этом разделе приводить не нужно. Формулы для вычисления погрешностей и проведения математической обработки результатов измерений в этом разделе тоже не приводятся.

4. Результаты измерений и вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены все измеренные и вычисленные результаты. По возможности, их нужно представлять в виде наглядных таблиц. В приводимых значениях нельзя оставлять лишние десятичные разряды (подробнее об этом пойдет речь ниже). В работе может быть несколько заданий, все они должны быть приведены в этом разделе.

5. Примеры вычислений.

В этом разделе отчета должны быть приведены подробные примеры вычислений по каждой рабочей формуле. Не нужно приводить всех вычислений, вполне достаточно

одного примера по каждой формуле. Этот раздел нужен для того, чтобы преподавателю было легче найти ошибку в вычислениях или измерениях, если таковые встретятся.

6. Вычисление погрешностей.

В этом разделе отчета должны быть представлены формулы, по которым проводилась математическая обработка результатов измерений. Должны быть выведены формулы, по которым вычислялись систематические и случайные погрешности и представлены примеры вычислений по каждой из них.

Этот раздел отчета самый сложный для студентов. По нему больше всего вопросов, в нем больше всего ошибок. Теория погрешностей обычно бывает написана для подготовленного читателя, знакомого с высшей математикой. В настоящем пособии авторы постарались оставить лишь самое важное по этой теме и изложить материал по возможности просто.

7. Графики и рисунки.

Небольшие графики и рисунки размещаются в тексте, а большие - формата А4 - приводятся на отдельном листе. В любом случае они должны быть подписаны и пронумерованы, на них должны быть ссылки в тексте отчета. Графики обязательно выполняются на миллиметровой бумаге. На каждой оси должно быть обозначено, какая величина и в каких единицах вдоль нее откладывается. На самих осях должны быть нанесены только узлы координатной сетки. Измеренные на опыте значения подписывать на осях не следует. На график обязательно наносятся все экспериментальные точки, и проводится соединяющая их линия. Около одной или нескольких точек откладываются систематические погрешности соответствующих измерений (подробнее об этом пойдет речь ниже).

8. Окончательные результаты, их обсуждение, выводы.

В этом разделе отчета нужно подвести итог проделанной работы. Следует написать, какие получены величины, и с какими погрешностями.

Если измерения проводились разными методами, то обязательно нужно сравнить эти результаты и их погрешности, сделать заключение, какой метод лучше, точнее, удобнее.

Если известно табличное значение измеренной величины, то нужно обязательно сравнить его с полученным на опыте значением и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

Если в работе значения одной и той же величины получены экспериментально и теоретически, то эти результаты нужно обязательно сравнить и дать аргументированное заключение об их совпадении или несовпадении.

В случае, когда между сравниваемыми величинами имеются недопустимые расхождения, это нужно обязательно отметить в отчете и высказать предположение о возможных причинах этого несовпадения.

Если в работе ставилось целью проверить какой-то физический закон или изучить явление, то в данном разделе необходимо дать обоснованный ответ на поставленный вопрос.

Вывод должен соответствовать цели работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен выполняться на листах формата А4. Записи на листах ведутся только с одной стороны. По краям листа должна быть оставлена рамка

шириной не менее 20 мм. Эту рамку рисовать на листах не нужно, но и заступать за нее не следует. В рамке в верхнем поле нужно лишь поставить номер страницы. Пронумерованными должны быть все листы отчета, начиная с третьего. Первый лист – титульный и второй лист – протокол измерений, не нумеруются.

Отчет следует писать от руки. Если Вы используете чужие заготовки, то будьте готовы отвечать за все «заимствованные» ошибки, которых бывает много. Сказанное в равной мере относится к формулам, которые Вы подсмотрели у кого-то, а не вывели сами. Лучше спросить преподавателя. Он подскажет или проверит, правильно ли у Вас получилось.

Титульный лист работы может быть написан от руки или напечатан на принтере.

Электронная версия титульного листа находится на сайте ГУАПа.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в следующих пособиях имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика. Лабораторный практикум //И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, Д.Е. Погарев, В.К. Прилипко., Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2014, 132 с.
2. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум// /Е.Н. Котликов, С.Я. Щербак, И.И Коваленко, Ю.А. Кузнецов, М.Н. Кульбицкая, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, , Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2010,84 с.
3. Волновая оптика Лабораторный практикум //Е.Н. Котликов, И.П. Крехтунова, Н.П.Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин 2013 68 с
4. Квантовая физика. Лабораторный практикум //Г.А. Весничева, И.И Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, В.Ф. Орлов, В.К. Прилипко, С.П.Фадеев, Е.В.Хонинева, Ю.Н. Царев, Б.Ф. Шифрин, 2008, 80 с.

Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой