МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Атомная физика (физический практикум)»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «25» апреля 2022 года, протокол № 6

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются приобретение практических навыков проведения физического эксперимента по дисциплинам курса общей физики, овладение теоретическими знаниями основных понятий, законов и моделей по дисциплинам курса общей физики, освоение основных методов обработки и анализа экспериментальных результатов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 и является частью модуля «Общий физический практикум».

Дисциплина изучается вместе с соответствующей дисциплиной общего курса физики – «Атомная физика». Полученные в курсе знания необходимы для изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Квантовая механика», а также ряда специальных курсов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	**ИД-ОПК-2.1** Осуществляет обоснованный выбор способов и средств измерений и применяет их при проведении экспериментальных исследований	**Знать**: - способы и средства измерений; - области применимости количественных соотношений между физическими характеристиками.. **Уметь:** - формулировать на математическом языке и решать физические задачи; - уметь самостоятельно проводить экспериментальные исследования. **Владеть навыками:** - использования математического аппарата при решении физических задач; - работы с электроизмерительными приборами.
	ИД-ОПК-2.2 Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений	**Знать**: - методы статистической обработки результатов измерения в общем физическом практикуме; - основные виды распределений случайных величин. - основы работы в Excel, Wolfram Mathematica. **Уметь:** - обрабатывать результаты прямых и кос-

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
		венных измерений; - пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики. **Владеть навыками:** **-** применения методов обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации; - графического представления экспериментальных результатов - использования информационных технологий при решении физических задач.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Удельный заряд электрона	5			10			10	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
2	Работа выхода электрона и контактная разность потенциалов	5			10	1		10	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
3	Квантовые процессы в атомной физике	5			10	1		10	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
4	Термоэлектрические явления	5			4	1		3	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
		5					0,3	1,7	Зачёт
	ИТОГО				**34**	**3**	**0,3**	**34,7**	

Содержание разделов дисциплины

1. Удельный заряд электрона

Лабораторные работы:

№2. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.

№2а. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона. (другая установка)

2. Работа выхода электрона и контактная разность потенциалов

Лабораторные работы:

№3. Распределение термоэлектронов по скоростям. Контактная разность потенциалов.

№5. Определение работы выхода электрона по прямым Ричардсона.

3. Квантовые процессы в атомной физике

Лабораторные работы:

№4. Опыт Франка и Герца.

№6. Оптический квантовый генератор (лазер).

№7. Изучение законов фотоэффекта.

№10. Изучение спектра атома водорода (натрия).

4. Термоэлектрические явления

Лабораторные работы:

№9. Изучение терморезистора.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Лабораторное занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях и практических занятиях. Это форма организации обучения, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько лабораторных работ. Основные дидактические цели лабораторных работ – экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, проверка формул, ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований. В ходе работы студенты вырабатывают умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков. Одновременно у студентов формируются профессиональные умения и навыки обращения с приборами, аппаратурой и другими техническими средствами для проведения опытов. В соответствии с дидактическими целями определяется содержание лабораторных работ: изучение свойств веществ, их качественных характеристик, количественных показателей, изучение устройства и работы приборов, оборудования, их испытание, снятие характеристик и т. д.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– Windows Pro 7 RUS,

– Microsoft Office Std 2013,

– оригинальная компьютерная программа LR, разработанная на факультете для обработки результатов измерений в общем, а также в специальных физических практикумах,

– для графического представления результатов измерений рекомендуется использовать программы AdvancedGrapher и Open/LibreOfficeCalc, распространяемые свободно,

– для обработки результатов измерений предлагается использовать программы Octave, Scilab, FreeMat, O-matrix и Maxima, распространяемые свободно.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики: учеб. пособие для вузов : в 5 т.. Т. 5, Атомная и ядерная физика. / Д. В. Сивухин; М-во образования РФ - 3-е изд., стереотип. - М.: Физматлит, 2006. - 782 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика : учебное пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд. , стер. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html

б) дополнительная литература

1. Методы определения работы выхода электрона и контактной разности потенциалов: метод. указания [Электронный ресурс] / сост. Н. А. Рудь, А. Н. Сергеев, М. Н. Преображенский; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: Б.и., 2009. - 35 с. http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090711.pdf
2. Преображенский М. Н. Изучение законов фотоэлектрических эффектов: метод. указания. / М. Н. Преображенский, Н. А. Рудь, А. Н. Сергеев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2010. - 43 с. http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20100758.pdf
3. Рудь Н. А. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона: метод. указания. / Н. А. Рудь, А. С. Рудый, А. Н. Сергеев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2013. - 35 с. – URL: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130701.pdf
4. Рудь Н. А. Изучение терморезистора: метод. указания. / Н. А. Рудь, А. Н. Сергеев; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ,

2012. - 59 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120702.pdf
5. Рудь Н. А. Изучение спектров атома натрия: метод. указания [Электронный ресурс]/ Н. А. Рудь, А. Н. Сергеев, А. Б. Чурилов; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2014. - 43 с. – URL: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20140704.pdf
6. Алексеев В. П. Ядерная физика: лабораторный практикум. / В. П. Алексеев, В. П. Глушаков; УМО по классическому университет. образованию РФ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: ЯрГУ, 2009. - 234 с. Электронная версия: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090732.pdf
7. Алексеев В. П. Физика атома: Лабораторный практикум. / В. П. Алексеев, В. А. Папорков, Е. В. Рыбникова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова - Ярославль: Б.и., 2004. - 82с.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для лабораторных работ больше либо равно половине списочного состава группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Учебно-методическое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав:

Лаборатория "Атомная физика"

Лабораторная работа №2

- Лабораторная установка "Магнетрон в магнитном поле" (собств. изг.)
- Источник питания Mustech HY1803
- Источник питания Mustech HY5005
- Цифровой мультиметр DT9205a
- Миллиамперметр

Лабораторная работа №2а

- Учебно-лабораторная установка "Электричество и магнетизм" (Росучприбор)

Лабораторная работа №3

- Лабораторный макет (собств. изг.)
- Источник питания Mustech HY1803 (2 шт.)

- Цифровой мультиметр DT838 (2 шт.)

Лабораторная работа №4

- Лабораторная установка "Опыт Франка и Герца" (НТЦ "Владис")
- Осциллограф С1-83

Лабораторная работа №5

- Лабораторная установка "Работа выхода электрона" (собств. изг.)
- Источник питания Б7-4
- Источник питания ТВ-2
- Миллиамперметр

Лабораторная работа №6

- Лазер ЛГН-207а
- Оптическая скамья
- Устройство для измерения ширины лазерного луча (собств. изг.)

Лабораторная работа №7

- Лабораторная установка "Фотоэффект" (Росучприбор)

Лабораторная работа №9

- Лабораторная установка
- Цифровой мультиметр DT9205a (2 шт.)
- Цифровой мультиметр DT9208

Лабораторная работа №10

- Монохроматор УМ-2
- Ртутная лампа

Старший преподаватель кафедры
Микроэлектроники и общей физики Сергеев А.Н.

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Атомная физика (физический практикум)»

Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, используемые в процессе текущего контроля успеваемости

Подготовка отчета по работе

При выполнении лабораторной работы студент должен представить её результаты в форме отчета согласно единым требованиям. Отчёт подаётся каждым студентом индивидуально. Критерии оценивания отчёта см. в общей таблице критериев, строки «отчёт», «результаты исследования», «объяснения и выводы».

Сдача теоретического минимума

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ответить на вопросы преподавателя об особенностях изучаемых объектов, процессов и явлений, о методах исследования и используемом оборудовании. Вопросы берутся из «Списка контрольных вопросов по физическому практикуму по механике». Критерии оценивания см. в общей таблице, строка «ответы на вопросы при допуске и защите».

Список контрольных вопросов по физическому практикуму по атомной и ядерной физике

1.Расскажите о методах измерения удельного заряда электрона.
2.Опишите движение электрона под действием электрического и магнитного полей.
3.Напишите уравнение движения электрона в электрическом и магнитном полях с использованием функции Лагранжа.
4.Опишите:
   1. а) экспериментальные методы определения удельного заряда электрона;
   2. б) методы фокусировки потока заряженных частиц.
5.Физический смысл удельного заряда электрона.
6.Объясните происхождение магнитного поля Земли.
7.Объясните ошибки в определении удельного заряда электрона в данной работе.
8.Расскажите о взаимодействии электрона с электрическим полем.
9. Какие силы действуют на движущийся электрон в магнитном поле?
10. Нарисуйте схему установки для определения e/m методом магнетрона и объясните её действие.
11. Как объяснить характер зависимости I_a от индукции магнитного поля?
12. Дайте теоретический анализ точности определения удельного заряда электрона в методе магнетрона.
13. Как из зависимости $I_a(B)$ определить энергетическое распределение электронов, испускаемых нагретым катодом?
14. Оцените погрешность, вносимую при допущении, что нить накала бесконечно тонкая. Радиус нити $R = 10^{-3}$метра.
15. Какая цель преследуется при построении зависимости $B^2=f(U_o)$?

16. Принцип работы магнетрона.
17. Принцип получения СВЧ - колебаний в магнетроне?
18. Многорезонаторный магнетрон.
19. Что такое «вредный» и «полезный» электрон в магнетроне и его траектория движения.
20. Применение магнетрона в науке и технике.
21. Когда распределение электронов по скоростям можно считать максвелловским?
22. Что такое контактная разность потенциалов (КРП)?
23. Как определить КРП из распределения электронов по скоростям?
24. В чем состоит сущность метода задерживающего потенциала?
25. ВАХ вакуумного и полупроводникового диода.
26. Зависимость ВАХ вакуумного диода от температуры.
27. Температурная зависимость КРП.
28. Свойство электронов, покинувших катод.
29. Контакт двух металлов.
30. Принципиальная и функциональная схема лабораторной установки.
31. Электронно-дырочная и металлополупроводниковые переходы.
32. Упругое взаимодействие электрона с веществом.
33. Неупругое взаимодействие электрона с веществом.
34. Методы определения распределения скоростей электронов.
35. Метод задерживающего потенциала.
36. Сущность эффекта Франка и Герца.
37. Можно ли наблюдать эффект Франка и Герца в среде с набором различных газов?
38. Как зависит эффект Франка и Герца от температуры?
39. Что такое работа выхода электрона?
40. Из каких теоретических предпосылок можно определить работу выхода?
41. Нарисуйте схему установки для определения работы выхода и объясните её работу.
42. Выведите уравнение термоэлектронной эмиссии квантовым и классическим способом.
43. Какую информацию о строении твердых тел можно получить из данных по работе выхода?
44. Какова вольт-амперная характеристика вакуумного диода при различных температурах?
45. Какова вольт-амперная характеристика полупроводникового диода?
46. Выпрямительные свойства вакуумных и полупроводниковых диодах.
47. Принцип устройства и работы электровакуммных приборов.
48. Электронная эмиссия и ее виды.
49. Назовите типы квантовых переходов (оптический квантовый генератор).
50. Что такое спонтанное и вынужденное излучение? Основные законы излучения.
51. Объясните механизм излучения в гелий-неоновом лазере.
52. Расскажите об устройстве лазера.
53. Что такое моды резонатора, их обозначение?
54. Сформулируйте физические основы работы газовых, твердотельных, и полупроводниковых лазеров.
55. Объясните механизмы излучения в гелий-неоновом и рубиновом лазерах.
56. Какие среды называются инверсными?
57. От чего зависит ширина линии излучения?
58. Спектры излучения газовых, твердотельных и полупроводниковых лазеров.
59. Одномодовый и многомодовый режимы работы лазеров.
60. Принцип работы полупроводникового лазера.
61. Сравнительная характеристика лазеров.
62. Сформулируйте закон Столетова.

63. Какова физическая сущность внешнего фотоэффекта?
64. Дайте физическое объяснение работы выхода.
65. 4.Каково устройство фотоэлемента, солнечной батареи, фотосопротивления?
66. Перечислите основные процессы, происходящие при взаимодействии излучения с металлом, диэлектриком и полупроводником.
67. Что означает «красная граница» фотоэффекта?
68. В чем состоит явление фотопроводимости?
69. Каков принцип работы фотоэлемента с запирающим слоем?
70. Каков физический смысл константы *в* и $tg\,\alpha$ на графике зависимости $U_з(\nu)$ рис. 2?
71. Определение спектральной чувствительности в данной лабораторной работе.
72. Электровакуумные приборы на основе внешнего и внутреннего фотоэффекта.
73. Перечислите способы получения монохроматического излучения.
74. Каковы оптические характеристики светофильтров?
75. Принцип работы абсорбционного светофильтра.
76. Принцип действия экспериментальной установки по измерению прозрачности светофильтров.
77. Каков принцип действия интерференционного светофильтра?
78. Какова физическая природа зависимости сопротивления полупроводника и металла от температуры.
79. Объясните температурную зависимость ВАХ термосопротивления.
80. Прямой и обратный релейный эффект.
81. В чем состоит явление сверхпроводимости?
82. Электропроводность полупроводников.
83. Объясните зависимость проводимости термосопротивления от температуры с точки зрения зонной модели твердого тела.
84. Применение термосопротивления.
85. Расскажите о теории строения атома, созданной Бором.
86. Чем отличается теория Бора от квантовомеханической теории?
87. Какие вы знаете квантовые числа? В чем состоит принцип Паули?
88. Напишите уравнение Шредингера для водородоподобного атома.
89. Как определяется спектроскопический заряд электрона?
90. Что представляет собой обобщенная формула Бальмера?
91. Поясните диаграммы энергетических уровней и излучательных переходов атома водорода и натрия.
92. Спектры щелочных металлов.
93. Спектральные термы химических элементов периодической таблицы Менделеева.
94. Правила Хунда.
95. Спиновый, орбитальный и полный механический момент атома.
96. Правила отбора. Фактор Ланде.
97. Простой и сложный эффект Зеемана.

Защита полученных результатов

После выполнения работы и оформления отчёта проводится защита полученных результатов по всем существенным критериям (см. таблицу критериев). Защита считается успешной, если все критерии выполнены не хуже, чем на пороговом уровне.

Критерии оценивания сдачи теоретического минимума, отчётов по лабораторным работам и защиты работ

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Качество модели	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
Методика	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не описываемые моделью	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать	Соблюдена полностью и осмысленно
Отчёт	Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту по лабораторным работам и читабелен	Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или представлении результатов	Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен
Результаты исследования	В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась	Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов	Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность контролировалась, обработка результатов проведена
Объяснения и выводы	Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Зачет по физическому практикуму выставляется по итогам текущей аттестации, при выполнении студентом установленного количества лабораторных работ.

3. Описание процедуры выставления оценки

По итогам зачёта выставляется одна из оценок: «зачтено» или «незачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который подготовил отчёты по лабораторным работам, знает физические величины и их единицы измерения, формулировки основных физических законов электромагнетизма, методов обработки результатов, умеет пользоваться предоставленными приборами и установками, умеет использовать материалы к лабораторным работам, владеет навыками практического применения лабораторных установок и приборов в конкретной лабораторной работе.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого не подготовлен хотя бы один отчёт по необходимым лабораторным работам, который не знает физические величины и их единицы измерения, формулировки основных физических законов электромагнетизма, методов обработки результатов, не умеет пользоваться предоставленными приборами и установками, не умеет использовать материалы к лабораторным работам или не владеет навыками практического применения лабораторных установок и приборов в конкретной лабораторной работе.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины
«Атомная физика (физический практикум)»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Физический практикум играет важную роль в процессе изучении студентами основных физических законов и закономерностей, прививает им навыки самостоятельной постановки и проведения физического эксперимента, знакомит их с методами обработки результатов измерений и представлением полученных данных в виде графиков и таблиц. В общем физическом практикуме студенты работают в течение шести семестров, выполняя работы соответственно в разделах «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная физика» и «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Физический практикум по атомной и ядерной физике: рассматриваются современные модели строения атома и важнейшие эксперименты, которые легли в основу атомной физики и служат экспериментальным обоснованием квантовой физики. Рассматриваются основные эксперименты атомной физики: опыт Франка и Герца, опыты по исследованию фотоэффекта, спектров излучения различных веществ, определяются фундаментальные физические постоянные.

Каждый студент заранее получает информацию о номере лабораторной работы физического практикума, которую ему предстоит выполнять на очередном занятии.

Студент должен без опоздания явиться в лабораторию, где выполняется физический практикум.

На занятия физического практикума студент должен приходить подготовленным к выполнению лабораторной работы, что означает: усвоение теоретического материала по теме лабораторной работы, знание порядка ее выполнения, основных элементов установки, методов обработки результатов. При подготовке следует изучить описание и дополнительный материал в рекомендованной литературе (в конце описания), подготовить ответы на контрольные вопросы.

После изучения описания лабораторной работы студент должен подготовить в рабочей тетради конспект теоретического материала, привести схему экспериментальной установки и основные расчетные формулы, приготовить таблицы для записи результатов экспериментов, указать названия упражнений.

Измерения на установке производятся в том порядке, который указан в описании лабораторной работы. В рабочую тетрадь, или, как правило, в заранее подготовленную таблицу, студент должен записать результаты всех проведённых прямых измерений непосредственно во время эксперимента. Все данные записываются в таблицу только ручкой, предельно аккуратно, с указанием размерности измеряемых величин. Если для обработки данных используется компьютер, то данные сначала записываются в тетрадь и только потом в компьютер. Если студент не может объяснить, как они получены, то это может послужить основанием для неудовлетворительной оценки. По окончании выполнения эксперимента студент представляет результаты измерений преподавателю. Преподаватель подписывает результаты в рабочей тетради студента и делает отметку о выполнении работы в своей книжке. Только после этого лабораторная работа считается выполненной, а студент имеет право покинуть лабораторию.

Для сдачи работы студент должен выполнить все задания, приведенные в описании лабораторной работы. В рабочей тетради должны быть представлены результаты обработки экспериментальных данных и погрешности (с указанием расчетных формул для их оценки). В конце отчета приводятся основные результаты и формулируются выводы. Отчет по лабораторной работе сдается во время очередного занятия практикума преподавателю. Преподаватель знакомится с полученными результатами, задает дополнительные вопросы и, с учетом ответов студента по теоретическим и эксперимен-

тальным результатам ставит оценку за выполненную работу. Если ответы студента не удовлетворяют преподавателя или обработка результатов проведена не в полном объеме, то преподаватель имеет право отправить студента для дополнительной подготовки и повторной сдачи лабораторной работы.

Студент, своевременно выполнивший и сдавший лабораторные работы, получает оценку «зачтено», которая проставляется преподавателем группы в зачетную книжку, а также в зачетную ведомость. Для студентов, имеющих по окончании физического практикума несданные лабораторные работы, организуется комиссия по практикуму, на которой разрешается сдать работы, выполненные ранее. Выполнение лабораторного практикума на комиссии не допускается. На комиссии должны присутствовать все студенты, не получившие зачет по практикуму. Комиссия выясняет причины невыполнения учебного плана по практикуму. С учетом предъявленных студентом объяснений и справок комиссия принимает решение о зачете или незачете по практикуму.

ЕДИНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ
к оформлению отчёта по лабораторным работам

1) Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
2) Цель работы.
3) Перечень используемого оборудования с указанием основных параметров установок и приборов.
4) Основные теоретические сведения и расчетные формулы.
5) Функциональную и принципиальную схему лабораторной установки.
6) Предварительные расчеты, выполненные при подготовке к выполнению работы (где это требуется по описанию работы).
7) Содержание работы (порядок выполнения).
8) Ход выполнения работы:
а) таблицы с результатами вычислений;
б) графики экспериментальных и расчетных зависимостей.

Примечание: графики вычерчиваются на миллиметровой бумаге или с помощью компьютера и вклеиваются в отчет. На каждом графике строятся только те зависимости, которые предусмотрены соответствующим пунктом описания. Особое внимание следует обратить на рациональный выбор масштабов по осям координат. Графики экспериментальных зависимостей следует выполнять так, чтобы были ясно видны точки снятых отсчетов. Поскольку получаемые точки имеют некоторый разброс, то кривые следует проводить между ними, сообразуясь с физическими закономерностями.
9) Оценку ошибок измерений и вычислений.
10) Краткие выводы: критические сопоставления результатов эксперимента и теоретических положений, объяснения расхождений между ними (в случае их наличия).