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
«Физика атомного ядра и элементарных частиц (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 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц». 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 косвенных измерений;

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
		- 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	**Статистика регистрации ядерных излучений**	6			4			4	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
2	**Детекторы ядерных излучений**	6			8	1		7	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
3	**Взаимодействие ядерных излучений с веществом**	6			11	1		11	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
	Превращение атомных ядер и элементарных частиц	6			11	1		11	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
		6					0,3	1,7	Зачёт
	Итого				**34**	**3**	**0,3**	**34,7**	

Содержание разделов дисциплины

1. **Статистика регистрации ядерных излучений**

ЛР 1. Проверка гипотезы о законе распределения. Оценка параметров распределения.

2. **Детекторы ядерных излучений**

ЛР 2. Исследование характеристик самогасящегося счетчика Гейгера-Мюллера.

ЛР 3. Исследование характеристик сцинтилляционного детектора.

3. **Взаимодействие ядерных излучений с веществом**

ЛР 5. Исследование распределения пробегов альфа-частиц в воздухе.

ЛР 6. Исследование поглощения бета-излучения в веществе.

ЛР 7. Исследование ослабления гама-излучения в веществе.

4. **Превращение атомных ядер и элементарных частиц**

ЛР 8. Измерение объемной активности дочерних продуктов радона в воздухе.

ЛР 9. Исследование спектров альфа-распада

ЛР 10.Исследование спектров бета-распада

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. 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.
3. 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
4. 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. Савельев И. В. Курс общей физики: в 5 кн : учеб. пособие для вузов.. Кн. 5, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. / И. В.Савельев - М.: Астрель,АСТ, 2004. - 368 с.
2. Шпольский Э. В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов / Э. В. Шпольский; М-во высш. и сред. спец. образования СССР. Т. 1: Введение в атомную физику. - 6-е изд., испр. - Б.м.: Б.и., 1974. - 575 с.
3. Шпольский Э. В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов / Э. В. Шпольский; М-во высш. и сред. спец. образования СССР. Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. - 4-е изд., перераб. - Б.м.: Б.и., 1974. - 447 с.: ил.
4. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. / А. Н. Зайдель; АН СССР, Физико-техн. ин-т - Л.: Наука, 1974. - 108 с.

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.

Лаборатория "ядерная физика"

Лабораторная работа №1

- Лабораторная установка "Статистика ядерных излучений" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №2

- Лабораторная установка "Счётчик Гейгера-Мюллера" (изг. на заказ)
- Источник питания БНВ-16п
- Пересчётный прибор ПСО2-5

Лабораторная работа №3

- Лабораторная установка "Сцинтилляционный одноканальный гамма-спектрометр" (изг. на заказ)
- Пересчётный прибор ПСО2-5

Лабораторная работа №5

- Лабораторная установка "Альфа-пробежный спектрометр" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №6

- Лабораторная установка "Изучение прохождения бета-излучения через вещество" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №7

- Лабораторная установка "Исследование прохождения гамма-квантов через вещество" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №8

- Лабораторная установка "Измерение объёмной активности дочерних продуктов радона в воздухе" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №9

- Лабораторная установка "Исследование спектров альфа-распада" (изг. на заказ)

Лабораторная работа №10

- Лабораторная установка "Исследование спектров бета-распада" (изг. на заказ)

Ассистент кафедры
Микроэлектроники и общей физики Неменко Е. О

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
« Физика атомного ядра и элементарных частиц (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

Задания для самостоятельной работы по теме 1
(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД_ОПК-2.1.и ИД_ОПК-2.2).

1. В чем заключается причина возникновения случайных ошибок?
2. Сформулировать определения основных параметров генеральной совокупности и выборки?
3. Связь между распределениями Пуассона и Гаусса.
4. Как оценить надежность результата для заданного доверительного интервала значений нормально распределенной случайной величины?
5. Как определить доверительный интервал и надежность результата в случае одного единственного измерения?
6. Что такое выборочный критерий Пирсона?
7. Что такое квантиль?
8. Что такое дисперсия и математическое ожидание?
9. Как соотносятся дисперсия и математическое ожидание в распределении Пуассона?
10. Какой метод регистрации положен в основу счётчика Гейгера-Мюллера?
11. Какую информацию об излучении дает сигнал на выходе счётчика Гейгера-Мюллера?
12. Каковы основные характеристики счётчика Гейгера-Мюллера?
13. Какова область применения счётчика Гейгера-Мюллера?
14. От чего зависит эффективностьсчётчика Гейгера-Мюллера?

15. Почему разрешающее время у самогасящегося счетчика меньше, чем у несамогасящегося?
16. Объясните линейную чувствительность счётчика Гейгера-Мюллера.
17. Объясните счётную характеристику счётчика Гейгера-Мюллера.
18. Какой метод регистрации положен в основу сцинтилляционного детектора?
19. Какую информацию об излучении дает сигнал на выходе сцинтилляционного детектора?
20. Каковы основные характеристики сцинтилляционного детектора?
21. Какова область применения сцинтилляционного детектора?
22. От чего зависит эффективностьсцинтилляционного детектора?
23. Объясните счётную характеристику сцинтилляционного детектора.
24. Что такое дискриминатор?
25. Проанализируйте полученный спектр.
26. Какой пик является фотопиком? пиком полного поглощения? Причины их появления.

Задания для самостоятельной работы по теме 2

(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД_ОПК-2.2)

1. Природа альфа-распада.
2. Почему альфа-спектр дискретен?
3. Как происходит взаимодействие тяжёлых заряженных частиц с веществом?
4. Почему альфа-частицы с данной энергией имеют в воздухе фиксированную длину пробега?
5. Достоинства и недостатки альфа-пробежного спектрометра.
6. Каково влияние альфа-излучения на живые организмы?
7. Какие радиоактивные элементы удалось идентифицировать в источнике «триплет»?
8. Почему β -спектр является непрерывным?
9. Записать энергетические условия возможности β -распада.
10. Записать схемы бета-распада.
11. Как происходит взаимодействие бета-частиц с веществом?
12. Записать цепочку распада Стронция-90.
13. Как в данной работе разделяются спектры Стронция-90 и Иттрия-90.
14. Используя полученное в работе значение R_β для алюминия, оценить пробег β -частиц в воздухе.
15. При каких условиях ядро M(Z,A) превращается в свой изобар только посредством E-захвата?
16. Почему при одних и тех же превращениях нуклонов в ядре различные элементы испускают β -частицы с различнымиэнергетическими спектрами?
17. Влияние бета-излучения на живые организмы.
18. Природа гамма излучения.
19. Почему спектр γ -излучения дискретный?
20. Виды взаимодействия гамма-излучения с веществом.
21. Почему фотоэффект реализуется только на связанном электроне?
22. Почему на свободном электроне происходит рассеяние гамма-квантов?
23. Какие условия необходимы для образования электрон-позитронной пары?
24. Почему фотоэффект не наблюдается на алюминиевом поглотителе в отличие от свинцового?
25. Влияние гамма-излучения на живые организмы.

26. Показать, что средняя длина пробега γ -квантов в веществе равна 1μ .
27. Причины появления радона в воздухе.
28. Записать цепочку распада радона.
29. Какие дочерние продукты радона исследуются в данной работе?
30. Как выглядит зависимость от времени накопления дочерних продуктов радона на фильтре при прокачке?
31. Как выглядит зависимость активности дочерних продуктов радона от времени после прекращения прокачки?
32. Влияние радона и его дочерних продуктов на живые организмы.
33. Записать цепочки альфа-распада для всех источников применяемых в данной работе.
34. Чем отличаются спектр Радия-226 от спектров Плутония-238 и Урана-233?
35. Для чего применяется источник Радий-226 в альфа-спектроскопии?
36. Различные схемы альфа-распада.
37. Магические и дважды-магические ядра.
38. Разрешённые и запрещённые альфа-переходы.
39. В чём состоит явление электронной конверсии?
40. Чем отличаются конверсионные электроны от бета-частиц?
41. При каких условиях ядро будет бета-стабильным?
42. Как выглядят законы сохранения энергии и импульса при бета-распаде?
43. Разрешённые и запрещённые бета-переходы. Порядок запрета.
44. График Кюри.
45. Для чего применяются конверсионные источники в бета-спектроскопии?

Задания для самостоятельной работы по теме 3

(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ИД_ОПК-2.2.).

1. Показать, что средняя длина пробега γ -квантов в веществе равна 1μ .
2. Причины появления радона в воздухе.
3. Записать цепочку распада радона.
4. Какие дочерние продукты радона исследуются в данной работе?
5. Как выглядит зависимость от времени накопления дочерних продуктов радона на фильтре при прокачке?
6. Как выглядит зависимость активности дочерних продуктов радона от времени после прекращения прокачки?
7. Влияние радона и его дочерних продуктов на живые организмы.
8. Записать цепочки альфа-распада для всех источников применяемых в данной работе.
9. Чем отличаются спектр Радия-226 от спектров Плутония-238 и Урана-233?
10. Для чего применяется источник Радий-226 в альфа-спектроскопии?
11. Различные схемы альфа-распада.
12. Магические и дважды-магические ядра.
13. Разрешённые и запрещённые альфа-переходы.
14. В чём состоит явление электронной конверсии?
15. Чем отличаются конверсионные электроны от бета-частиц?
16. При каких условиях ядро будет бета-стабильным?
17. Как выглядят законы сохранения энергии и импульса при бета-распаде?
18. Разрешённые и запрещённые бета-переходы. Порядок запрета.
19. График Кюри.
20. Для чего применяются конверсионные источники в бета-спектроскопии?

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
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 по механике 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
«Физика атомного ядра и элементарных частиц (физический практикум)»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Физический практикум по атомной физике 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 физическом практикуме рассмотрены основные закономерности электрических и магнитных явлений в вакууме, диэлектриках, полупроводниках, проводниках электрического тока. Обсуждается применение установленных закономерностей в науке и технике. Рассмотрены основные исторические исследования, вклад отечественных ученых в развитие электродинамики. Подчеркнута роль электромагнитного взаимодействия в формировании научной картины мира.

Ответственным за проведение занятий в каждой группе является преподаватель, ведущий в этой группе физический практикум. В лаборатории, как ответственный за работу приборов и аппаратуры, присутствует лаборант. 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.

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 вы-

воды. 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 экспериментальным 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).