


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

«Физические основы ядерной энергетики»
(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)


(подпись, дата)


16.04.2020

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)


(подпись, дата)

16.04.2020

А.В. Копыльцов
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 14.03.01(01)

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


(подпись, дата)

22.06.2020

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

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


(подпись, дата)

22.06.2020

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

Аннотация

Дисциплина «Физические основы ядерной энергетики» 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:

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»

ПК-3 «Готовность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими процессами, используемыми в атомной энергетике.

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

Целью данного курса является приобретение знаний о процессах и оборудовании атомных электростанций, эксплуатационных характеристиках, физических принципах функционирования и математического описания как объектов управления.

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

2.1. 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
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
Профессиональные компетенции	ПК-3 Готовность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания	ПК-3.3.1 знает методы проведения исследований и испытаний основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания

3. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика
- Электротехника

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

- Методы обогащения урана
- Теплофизика

4. 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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	39	39
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. 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 5					
Раздел 1. Реакторы корпусного типа	4		2		5
Раздел 2. Реакторы нового поколения с графитовым замедлителем	4		2		4
Раздел 3. Газоохлаждаемые высокотемпературные реакторы	4		2		5
Раздел 4 Новое поколение реакторов на быстрых нейтронах	6		2		5
Раздел 5. Атомные станции малой мощности	4		2		5
Раздел 6 Автономные ядерные энергетические установки	4		2		5
Раздел 7 Судовые ядерные энергетические установки	4		2		5
Раздел 8. Ядерные реакторы космических энергетических установок	4		3		5
Итого в семестре:	34		17		39
Итого:	34	0	17	0	39

5.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1	Реакторы корпусного типа. Зарубежные проекты EPR, System 80+, APWR, AP-600. Российские проекты ВВЭР нового поколения ВПБЭР-600, ВВЭР-640 (В-407), ВВЭР-1000 (В-392).
Раздел 2	Реакторы нового поколения с графитовым замедлителем Многопетлевой канальный энергетический реактор (МКЭР). Основные направления улучшения технико-экономических показателей. Технические характеристики энергоблока с реакторной установкой МКЭР-1500.
Раздел 3	Газоохлаждаемые высокотемпературные реакторы Высокотемпературные реакторы повышенной безопасности: основные положения концептуального проекта и основные компоненты активной зоны. Конструктивные особенности тепловыделяющих элементов. Безопасность и регулирование высокотемпературных реакторов. Технические характеристики высокотемпературного гелиевого реактора повышенной безопасности – ГТ-МГР.
Раздел 4	Новое поколение реакторов на быстрых нейтронах Состояние и перспективы развития реакторов на быстрых нейтронах. Преимущества и недостатки быстрых реакторов с различными теплоносителями. Проекты реакторов нового поколения: PRISM, EFR, БРЕСТ-300.
Раздел 5	Атомные станции малой мощности Атомные станции децентрализованного энергоснабжения. Атомная станция теплоснабжения малой мощности бассейнового типа “РУТА”. Опытная ядерная термоэлектрическая установка “ГАММА”. Необслуживаемые саморегулируемые атомные термоэлектрические станции АТЭС “Елена”.
Раздел 6	Автономные ядерные энергетические установки Автономная газоохлаждаемая ЯЭУ для труднодоступных районов. Автономные ядерные энергоустановки на основе малогабаритных быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем: основные технические характеристики АТЭС и концепция безопасности.
Раздел 7	Судовые ядерные энергетические установки Схемы и конструкции основного оборудования судовых ядерных энергетических установок. Системы контроля, управления и защиты в судовых ЯЭУ. Особенности эксплуатации судовых ЯЭУ. Основы радиационной техники безопасности судовых ЯЭУ
Раздел 8	Ядерные реакторы космических энергетических установок. Физические особенности ядерных реакторов космического назначения. Принципы выбора основных материалов ядерных реакторов космических ЯЭУ. Критические параметры высокообогащенных малогабаритных ядерных реакторов. Особенности системы отвода тепла из реактора космических ЯЭУ.

5.3. 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				

5.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Математическое моделирование массообменных процессов	2	1
2	Математическое моделирование теплообменных процессов	2	2
3	Математическое моделирование участка при регулировании концентрации вещества	2	3
4	Математическое моделирование теплообменников	2	4
5	Математическое моделирование участка при регулировании давления сжимаемой жидкости	2	4
6	Математическое моделирование участка при регулировании уровня среды в емкости	2	5
7	Математическое моделирование участка смешения жидкостей	2	6
8	Математическое моделирование динамики жидкостных и газовых потоков	2	7
9	Математическое моделирование кинетики химических реакций	1	8
Всего:		34	

5.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

5.6. 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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	13	13
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	13	13
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	13	13
Всего:	39	39

6. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

7. 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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)

8. 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
	Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: ЭА, 1984. 736 с.
	Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов. М.: ЭА, 1986. 300 с.
	Справочник по ядерным энерготехнологиям: Пер. с англ./ Ф.Ран, А.Адамантиадес, Дж.Кентон, Ч.Браун; Под ред. В.А.Легасова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752 с.
	Карпов В.А. Топливные циклы и физические особенности высокотемпературных реакторов. – М.: Энергоатомиздат, 1985.– 128с. (Физика ядерных реакторов. Вып.27)

	Бойко В.И., Демянюк Д.Г., Кошелев Ф.П., Мещеряков В.Н., Шаманин И.В., Шидловский В.В. Перспективные ядерные топливные циклы и реакторы нового поколения: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 490 с.	
	Шмелёв А.Н., Юрова Л.Н., Муругов В.М. Некоторые вопросы физики воспроизводства горючего в реакторах-размножителях на быстрых нейтронах. М.: Атомиздат, 1979. 80 с.	

9. Перечень информационных технологий

9.1. 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

9.2. 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

10. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

11. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

11.1. 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.

11.2. 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	

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.

11.3. 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	Принцип действия ядерного реактора
2	Классификация ядерных реакторов.
3	Основные типы ядерных реакторов.
4	Определение и виды энергии
5	Преимущества реакции деления перед реакцией окисления углерода
6	Преимущества ядерной энергетики
7	Состав и материалы активной зоны
8	Классификация ядерных реакторов по компоновке активной зоны
9	Преобразование энергии в ядерных реакторах
10	Определение нуклида, нуклона, изобара, изотона.
11	Дефект масс

12	Энергия связи
13	Энергетический баланс ядерной реакции
14	Реакции поглощения
15	Реакция деления
16	Воспроизводящие и делящиеся нуклиды
17	Механизм реакции деления
18	Распределение энергии, высвобождающейся при делении
19	Энергетическое распределение нейтронов деления
20	Формула четырех сомножителей
21	Коэффициент размножения на быстрых нейтронах
22	Вероятность избежать резонансного захвата
23	Коэффициент использования тепловых нейтронов
24	Число нейтронов, образующихся при поглощении одного теплового нейтрона
25	Эффективный коэффициент размножения
26	Уравнение реактора в диффузионно-возрастном приближении
27	Профилирование активной зоны
28	Значение отражателя для активной зоны
29	Эффективные размеры активной зоны
30	Процессы, обуславливающие нестационарное состояние реактора
31	Реактивность реактора
32	Запас реактивности реактора, режимы изменения реактивности для устойчивой работы реактора
33	Схемы отвода тепла в ядерных реакторах, теплоносители ядерных реакторов

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
	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

11.4. 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.

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области анализа механизмов воздействия опасностей на человека, характера взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания в связи с вопросами, связанными с проблемами общей физики.

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 практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в виде обсуждения основных типов задач, связанных с теоретическими вопросами, рассматриваемыми в лекционном курсе и в виде разбора вопросов, которые могут возникнуть у студентов при освоении материала.

Методические указания по проведению практических занятий приведены в следующих пособиях имеющихся в библиотеке ГУАП в напечатанном и электронном виде:

1. Механика. Колебания и волны. Термодинамика. Сборник задач //И.И. Коваленко, Ю.А. Кузнецов, М.Н.Кульбицкая, Н.П.Лавровская, Н.Н.Литвинова, Е.В. Моцарь, Ю.А. Новикова, В.Ф. Орлов, Д.Е.Погарев, В.К. Прилипко, Е.В. Хонинева. Ю.Н. Царев, В.Б.Шалин, Б.Ф.Шифрин, С.Я. Щербак 2010. 84 с.
2. Электричество. Магнетизм. Оптика. Сборник задач. //И.И. Коваленко, Н.П.Лавровская, Н.Н.Литвинова, Е.В. Рутьков. Ю.Н. Царев, Б.Ф.Шифрин, С.Я. Щербак 2013. 80 с.
3. Квантовая физика. Сборник задач //, И.И. Коваленко, Н.П. Лавровская, Н.Н. Литвинова, В.Ф. Орлов, Г.Л. Плехоткина, В.К. Прилипко, Е.В. Рутьков, Ю.Н. Царев, С.Я. Щербак, 2004, 56с.

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 «черновиков 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:

4. 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.
5. 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.
6. Волновая оптика Лабораторный практикум //Е.Н. Котликов, И.П. Крестунова, Н.П.Лавровская, Ю.А. Новикова, А.Н. Тропин 2013 68 с
7. 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