

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»  
(РУДН)*

*Факультет физико-математических и естественных наук  
Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности  
03.04.02 «Физика»**

**Направленность программы (профиль) Фундаментальная и прикладная физика**

**1. Цели и задачи дисциплины:** Содержание дисциплины направлено на обеспечение базовой подготовки в области фундаментальной и прикладной физики. Целью дисциплины является базовая практическая подготовка для самостоятельной научно-исследовательской или технологической работы с использованием современного инструментария, программно-аппаратных средств, методов математического моделирования и аналитического изучения широкого спектра задач прикладной физики. Целями практикума служит также выработка навыков практического использования: современного оборудования для постановки и проведения натурального физического эксперимента, методов математического моделирования при постановке вычислительного эксперимента, профессионального прикладного программного обеспечения для проведения сложных инженерно-физических расчетов, методов и подходов аналитического рассмотрения разнообразных физических процессов и явлений.

В курсе используются современные профессиональное научно-исследовательское оборудование, программно-аппаратные средства последнего поколения, специализированное программное обеспечение для постановки и проведения вычислительного эксперимента и аналитических пакетов для проведения сложных инженерно-физических вычислений, а также оцениваются возможности используемых методов и делается прогноз о направлениях их дальнейшего развития.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:**

Дисциплина «Специальный физический практикум» относится к дисциплинам вариативной компоненте общенаучного цикла образовательной программы по направлению **03.04.02** – Физика, магистерская программа «Фундаментальная и прикладная физика». Изучение дисциплины базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению: модуль «Общая физика», модуль «Теоретическая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин, дисциплин вариативной части профессионального цикла: «Физическая электроника», «Основы физики плазмы», «Введение в физику УТС», «Графическое программирование», «Измерения и обработка данных».

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### **Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций**

<b>№ п/п</b>	<b>Шифр и наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины</b>	<b>Последующие дисциплины (группы дисциплин)</b>
1	УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.		научно-исследовательская работа
2	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.		научно-исследовательская работа
3	ОПК-2: Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики		научно-исследовательская работа
4	ПК-1: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и		научно-исследовательская работа

решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта		
--	--	--

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** инструментарий (оборудование, ПО), принципы и методы, лежащих в основе современных экспериментальных исследований;

**Уметь:** определять взаимосвязь макро и микро параметров изучаемых процессов и явлений;

**Владеть:** навыками проведения экспериментальных исследований в области прикладной физики.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры					
		1	2	3	4	5	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	166		32		32	54	48
В том числе:							
Лекции							
Практические занятия (ПЗ)							
Семинары (С)							
Лабораторные работы (ЛР)			32		32	54	48
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	374		72		72	120	110
В том числе:							
Расчетно-графические работы							
Реферат							
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>							
Изучение литературы по дисциплине							
Подготовка к выполнению лабораторных работ, обработка результатов и оформление отчета							
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)							
Общая трудоемкость	час	<b>540</b>	<b>104</b>		<b>104</b>	<b>174</b>	<b>158</b>
зач. ед.		<b>15</b>	<b>2</b>		<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Приборы, техника и методы физического эксперимента и диагностик.	<b>Активные и пассивные методы диагностики</b> (зонды, энергетические анализаторы заряженных частиц); <b>СВЧ диагностические методы</b> (резонаторная, интерферометрия, спектральный состав излучения); <b>Оптическая спектрометрия</b> (модели равновесия, радиационные процессы в плазменных системах); <b>Импедансная спектроскопия</b> (измерения амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик образцов); <b>ЭПР-спектрометрия</b> (методы анализа, анализ фотобиологических процессов,

		определение величин и констант обменного взаимодействия ионов); <b>Масс-спектрометрия</b> (методы анализа, время-пролетные, квадрупольные и магнитные анализаторы); <b>Рентгеновская спектрометрия</b> (методы анализа, сплошной и линейчатый спектр)
2	Модели и методы вычислительного эксперимента	<b>Метод «водяного мешка»</b> ; <b>Метод частиц в ячейке</b> ; <b>Метод Монте-Карло</b> .
3	Системы и методы аналитических вычислений	<b>Системы и алгоритмы символьной (аналитической) математики</b> (Системы символьной математики и языки программирования высокого уровня Maple, MatLab и MathCad, Simulink); <b>Методы решения</b> обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений.

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина.	СРС	Всего час.
1.	Приборы, техника и методы физического эксперимента и диагностик.			64		120	184
2.	Модели и методы вычислительного эксперимента			54		120	174
3	Системы и методы аналитических вычислений			48		134	182
	<b>ИТОГО</b>			166		374	540

### 6. Лабораторный практикум\*

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	<b>1</b>	Активные и пассивные методы диагностики (зонды, энергетические анализаторы заряженных частиц)	<b>8</b>
2	<b>1</b>	СВЧ диагностические методы (резонаторная, интерферометрия, спектральный состав излучения)	<b>8</b>
3	<b>1</b>	Оптическая спектрометрия (модели равновесия, радиационные процессы в плазменных системах)	<b>8</b>
4	<b>1</b>	Импедансная спектроскопия (измерения амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик образцов)	<b>8</b>
5	<b>1</b>	ЭПР-спектрометрия (методы анализа, анализ фотобиологических процессов, определение величин и констант обменного взаимодействия ионов)	<b>8</b>
6	<b>1</b>	Масс-спектрометрия (методы анализа, типы анализаторов, определение компонентного состава газовой фазы и количественных характеристик)	<b>8</b>
7	<b>1</b>	Рентгеновская спектрометрия (методы анализа, сплошной и линейчатый спектр)	<b>6</b>
8	<b>2</b>	Метод «водяного мешка»	<b>16</b>
9	<b>2</b>	Метод частиц в ячейке	<b>16</b>
10	<b>2</b>	Метод Монте-Карло	<b>12</b>
11	<b>3</b>	Самофокусировка света в нелинейной среде: расчет и моделирование в среде MatLab	<b>9</b>
12	<b>3</b>	Расчет и моделирование движения волновых пакетов в среде с дисперсией в среде MatLab	<b>9</b>

13	3	Движение пылинки под действием стоячей звуковой волны в резонаторе – расчет и моделирование в среде Maple	9
14	3	Снятие частотных характеристик объекта с использованием виртуальных фазометра и измерителя затуханий	8
15	3	Преобразование цифрового сигнала в аналоговый»	8
16	3	Simulink-модели наиболее распространенных передаточных функций и моделирование нелинейных моделей регулирования	8
17	3	Изучение режимов колебания маятника с вибрирующим подвесом в Maple	9
18	3	Решение дифференциальных уравнений механических систем в MatLab	8

**7. Практические занятия (семинары)** не предусмотрены учебным планом.

## **8. Примерная тематика вопросов для обсуждения**

### Раздел 1

- Изучение параметров ионного пучка источника с полым катодом.
- Изучение спектрального излучения тлеющего разряда с накаливаемым катодом.
- Эмиссионный зонд, зонд Стензела.
- Электродный СВЧ разряд атмосферного давления в углеродсодержащих газах.
- Многосеточный анализатор энергетического распределения заряженных частиц.
- Расчет и испытание системы натекания рабочего газа плазмотрона.
- Пояс Роговского для прецизионных измерений импульсных токов.
- Разработка систем синхронизации измерений импульсного плазмотрона.
- Измерения спектрального состава излучения плазмы в радиочастотном диапазоне.
- Плазменный инжектор Лизитано.
- Электронный инжектор на основе катода LaB<sub>6</sub>.
- Система диагностики пучка инжектора (Цилиндр Фарадея. Пояс Роговского.).

### Раздел 2

- Моделирование динамики бесстолкновительной плазмы методом «водяного мешка».
- Решение уравнения Власова методом преобразований.
- Разностные схемы численного решения уравнения Власова.
- Моделирование сильной ленгмюровской турбулентности.
- Применение метода частиц в ячейке для изучения открытых плазменных систем.
- Кинетические модели пылевой плазмы.
- Численные методы в магнитной гидродинамике.
- Моделирование взаимодействия «солнечного ветра» с магнитосферой Земли.
- Моделирование коллективного ускорения ионов.
- Моделирование нагрева плазмы в токамаках.
- Параллельные и распределенные вычисления в моделировании плазмы.
- ЭЦР источники рентгеновского излучения.
- Моделирование системы экстракции многозарядных ионов в ЭЦР источниках.

### Раздел 3

- Перевернутый маятник со смещаемой точкой подвеса: составление математического обеспечения для реальной дискретно-позиционной управляющей системы и имитация моделирования в MatLab.
- Система управления асинхронным двигателем.
- Моделирование системы связанных осцилляторов (на примере маятников и колебательных контуров).

- Имитационное моделирование квантовых процессов в Simulink.
- Квантовая механика в MatLab и MathCad.
- Задачи физической электроники в Maple.
- Задачи физики плазмы в Maple.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### Литература

#### **Обязательная:**

1. Кунце Х:И.Методы физических измерений Перевод с немецкого под редакцией д-ра физ.-мат. наук Л.С. Швиндлермана. М.: Мир, 1989.
2. Мирский Г.Я. Электронные измерения. Издание четвертое. М.: Радио и связь, 1986.
3. Клаассен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. М.: Постмаркет, 2002.
4. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия, в 2-х томах. М.: УРСС, 2007.
5. Смирнов Б.М. Физика атома и иона. М.: Энергоатомиздат, 1986.
6. Павлинский Г.В. Основы физики рентгеновского излучения. М.: Физматлит, 2007, 240 с.
7. Сысоев А.А. и др. Изотопная масс-спектрометрия. М.: Энергоатомиздат, 1993
8. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. М.: 1975
9. А.Н. Зайдель и др. Техника и практика спектроскопии. М.: Наука, 1972
10. Алтышулер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс. М.: Физматгиз, 1961.
11. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М.: Изд. МГУ, 2004.
12. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К., Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках: Учеб. пособие. М.: МИФИ, 2000.
13. Специальный физический практикум изд. 3 перераб. и доп. Часть 2. М.: Изд. Московского университета, 1977.
14. Молоковский С.И., Сушков А.Д. Интенсивные электронные и ионные пучки. М.: Энергоатомиздат, 1991.
15. Диденко А.Н., Лигачев А.Е., Куракин И.Б. Воздействие пучков заряженных частиц на поверхность металлов и сплавов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
16. Лебедев И.В. Техника и приборы сверхвысоких частот. М.: Госэнергоиздат. 1964, Т.2.

#### **Дополнительная:**

1. Фрайден Дж. Современные датчики. Справ. М.: Техносфера, 2005.
2. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах / пер. с англ. М.: Мир, 1986.  
Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М.: Изд-во «НТ Пресс», 2004.
3. Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров. М.: Наука, 1977.
4. Уманский М.М. Аппаратура рентгеноструктурных исследований. М. 1960.
5. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия, в 2-х томах. М.: УРСС, 2007.
6. Блюменфельд Л.А. и др. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии. Новосибирск: Изд. Сиб. Отд. АН СССР, 1962.
7. Феррар Т., Беккер Э. Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР. М.: 1973.
8. Блюмих Б. Основы ЯМР. М.: Техносфера, 2007.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика, в 3-х томах. М.: УРСС, 2007.
10. Цитович А.П. Ядерная электроника. М., 1984.
11. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973.
12. Чернушенко А.М., Петров Б.В., Малорацкий Л.Г., Меланченко Н.Е., Бальсевич А.С. Конструирование экранов и СВЧ-устройств. М.: Радио и связь, 1990.
13. Миллер Р. Введение в физику сильноточных пучков заряженных частиц. М.: Мир, 1984.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://www.eps.org/> – Европейское физическое общество.

<http://www.kiae.ru/> – Курчатовский институт.

<http://www.kipt.kharkov.ua/indexr.html> – национальный научный центр. Харьковский физико-технический институт.

<http://fusedweb.llnl.gov/> – исследования ядерной энергии.

<http://www.aip.org/> – американский институт физики.

<http://top.msu.ru/> - каталог научно-образовательных ресурсов МГУ

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/> - Ядерная физика в Интернете (НИИЯФ МГУ).

<http://www.physics-words.com/> - толковые словари по физике

<http://prac-gw.sinp.msu.ru/atom.htm> - Практикум по ядерной и атомной физике МГУ

<http://www.phys.nsu.ru/> - сайт физического факультета Новосибирского государственного университета

<http://psj.nsu.ru/> - центр инновационных образовательных технологий Новосибирского государственного университета

<http://www.iop.org/> - web-сайт Международного Института Физики

<http://physics.nist.gov/lab.html> - физическая лаборатория Национального института стандартов и технологий США (включая базы экспериментальных данных)

<http://www.iaea.org/> - Международное агентство по атомной энергии

<http://www.vacuum.ru/> - (Рос вакуумное общество)

<http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/cover.html> - таблицы баз данных рентгеновской спектроскопии (институт стандартизации и технологий США)

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционный компьютер, мультимедийный проектор, интерактивная доска, лицензионное ПО: Microsoft Office (Word Excel PowerPoint), Adobe Acrobat 8.0 Pro, Maple, MatLab и MathCad, Simulink. Дисплейный класс для проведения занятий по разделам 2 и 3 Многофункциональный стенд источников ионов (накаленный катод, полый катод, ВЧ) Микроволновые источники плазмы (ЭЦР источники). Диагностические системы (энергоанализаторы, зондовые системы), ЭПР-спектрометр, Рентгеновский спектрометр (Bruker), ВЧ-спектроанализатор реального времени (Tektronix), Измеритель импеданса (Agilent), Спектрометр- монохроматор (Solarti).

#### **11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Практические (лабораторные) занятия проводятся в три этапа:

- допуск к выполнению - проверка преподавателем самостоятельной работы студента, проведенной им с использованием учебно-методических пособий и предложенной литературы, т.е. персональная проверка уровня знаний вопросов, связанных с тематикой предстоящей практической работы;
- непосредственное проведение экспериментальных исследований, самостоятельная обработка результатов измерений, подготовка и написание отчета, согласно методическим требованиям;
- обсуждение индивидуальных отчетов студентов по выполненной работе и их оценка.

#### **12. Особенности обучения для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Организационно-педагогическое сопровождение студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) направлено на контроль освоения образовательной программы в соответствии с графиком учебного процесса и типовым или индивидуальным учебным планом и включает в себя, при необходимости, контроль за посещаемостью занятий, помощь в организации самостоятельной работы, организацию индивидуальных консультаций, организацию производственной (включая НИР и преддипломную) практики, контроль по результатам текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации. На основе индивидуализированного подхода (индивидуализация содержания, методов, темпа учебной деятельности, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в деятельность обучающегося и преподавателя) организуется

обучение студентов с ОВЗ. В процессе обучения возможно использование различных форм организации off-line занятий (например, обсуждение результатов аналитического обзора научно-технической литературы, результатов экспериментов и др. в рамках форумов, блогов, через электронную почту). Разработан учебно-методический комплекс, включающий методические рекомендации по самостоятельному освоению курса. В перечень основной и дополнительной литературы входят издания, размещенные в электронных библиотечных системах. Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии позволяют эффективно обеспечивать коммуникации студента с ОВЗ не только с преподавателем, но и с другими обучающимися в процессе познавательной деятельности.

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

#### **Шкала оценок**

Соответствие систем оценок (согласно Приказу Ректора № 996 от 27.12.2006 г.)

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
51-68	3	61-68	3+	D
		51-60	3	E
0-50	2	31-50	2+	FX
		0-30	2	F
51-60	Зачет		Зачет	Passed



**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Специальный физический практикум**

Направление/Специальность: 03.04.02 «Физика» специализация "Фундаментальная и прикладная физика"

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Наименование оценочного средства			Баллы темы	Баллы раздела
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация		
		Тест	персональная проверка уровня знаний вопросов, связанных с тематикой предстоящей практической работы	обсуждение индивидуальных отчетов студентов по выполненной работе и их оценка		
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Активные и пассивные методы диагностики (зонды, энергетические анализаторы заряженных частиц)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	СВЧ диагностические методы (резонаторная, интерферометрия, спектральный состав излучения)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Оптическая спектрометрия (модели равновесия, радиационные процессы в плазменных системах)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Импедансная спектроскопия (измерения амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик образцов)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	ЭПР-спектрометрия (методы анализа, анализ фотобиологических процессов, определение величин и констант обменного взаимодействия ионов)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Масс-спектрометрия (методы анализа, типы анализаторов, определение компонентного состава газовой фазы и количественных характеристик)		3	3		<b>6</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Рентгеновская спектрометрия (методы анализа, сплошной и линейчатый спектр)		1	1		<b>2</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Метод «водяного мешка»		6	6		<b>12</b>

УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Метод частиц в ячейке		6	6		<b>12</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Метод Монте-Карло		4	6		<b>10</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Самофокусировка света в нелинейной среде: расчет и моделирование в среде MatLab		1	2		<b>3</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Расчет и моделирование движения волновых пакетов в среде с дисперсией в среде MatLab		1	2		<b>3</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Движение пылинки под действием стоячей звуковой волны в резонаторе – расчет и моделирование в среде Maple		1	2		<b>3</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Снятие частотных характеристик объекта с использованием виртуальных фазометра и измерителя затуханий		2	2		<b>4</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Преобразование цифрового сигнала в аналоговый		2	2		<b>4</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Simulink-модели наиболее распространенных передаточных функций и моделирование нелинейных моделей регулирования		2	2		<b>4</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Изучение режимов колебания маятника с вибрирующим подвесом в Maple		1	2		<b>3</b>
УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1	Решение дифференциальных уравнений механических систем в MatLab		2	2		<b>4</b>
	<b>Итого:</b>					<b>100</b>

## Вопросы для контроля

1. Эффективные сечения взаимодействия частиц, длина их свободного пробега, частота столкновений.
2. Дифференциальное и транспортное сечения взаимодействия частиц.
3. Кулоновские столкновения заряженных частиц. Резонансная перезарядка.
4. Обмен энергией и релаксация энергии при столкновении частиц.
5. Неупругие столкновения электронов с атомами и молекулами.
6. Дрейф электронов в слабоионизованном газе.
7. Продольная и поперечная диффузия ионов в присутствии электрического поля.
8. Диффузия электронов в плазме при наличии электрического и магнитного полей. Амбиполярная и свободная диффузия.
9. Электрический ток в плазме в присутствии градиентов плотности зарядов.
10. Ионизация электронным ударом. Фотоионизация.
11. Ионизация при столкновении возбужденного атома с атомом или молекулой. Ассоциативная ионизация.
12. Рекомбинация электронов и положительных ионов. Фоторекомбинация.
13. Ударно-радиационная рекомбинация с участием атомов. Диэлектронная и диссоциативная рекомбинации.
14. Механизмы образования отрицательных ионов.
15. Освобождение электронов из отрицательных ионов. Ион-ионная рекомбинация.
16. Химический и ионизационный состав плазмы при термодинамическом равновесии. Термодинамические функции.
17. Диффузия и вязкость в плазменных средах.
18. Структура переходного слоя плазма – твердое тело.
19. Электронные слои. Условие существования дебаевского слоя.
20. Процессы на поверхности. Адсорбция. Десорбция.
21. Процессы на поверхности. Поверхностная ионизация. Распыление поверхностей. Эмиссия электронов с поверхностей.
22. Пылевая плазма. Взаимодействие заряженных макрочастиц между собой.
23. Линейные колебания в однородной пылевой плазме.
24. Генераторы плазмы практического назначения.
25. Ионные источники как генераторы плазмы. Эрозийные генераторы плазмы.
26. Микроволновые генераторы плазмы и их практические приложения.
27. Высокочастотные генераторы плазмы и их практические приложения.
28. Применение плазмы в решении экологических проблем атмосферы Земли. Очистка газов от пылевых частиц. Очистка отходящих газов от окислов серы и азота.
29. Плазменные методы удаления органических отходов.
30. Применение плазмы в решении озонового слоя Земли.
31. Применение плазмы для модификации поверхностных слоев материалов и синтеза новых материалов.
32. Применение плазмы в микроэлектронике.
33. Плазмохимическое нанесение полимерных покрытий и модификация их поверхностей.
34. Плазменный катализ.
35. Энергетические состояния атома. Одноэлектронные и многоэлектронные системы. Диаграммы Гротриана. Оптические спектры атомов.
36. Рентгеновские спектры. Строение молекул. Молекулярные спектры.
37. Индуцированное излучение. Радиоспектроскопия. ЭПР. ЯМР.
38. Радиоактивность. Гамма-спектрометрия.
39. Элементы зонной теории твердого тела. Образование энергетических зон.
40. Электронный газ в металле. Сегнетоэлектрики.
41. Диэлектрики. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости.
42. Теория диамагнетизма. Парамагнетизм атомов и молекул.

43. Ферромагнетизм. Антиферромагнетизм.
44. Термоэлектронная эмиссия металлов и полупроводников. Работа выхода. Закон Ричардсона-Дешмана. Контактная разность потенциалов.
45. Эффект Шоттки. Автоэлектронная эмиссия.
46. Фотоэлектронная эмиссия. Основные законы. Формула Фаулера. Фотокатоды.
47. Вторичная электронная эмиссия. Распределение вторичных электронов по энергиям. Зависимость коэффициента вторичной эмиссии от энергии и угла падения первичных электронов. Вторично-электронные эмиттеры.
48. Элементы электронной оптики. Электростатические и магнитостатические фокусирующие системы.
49. Особенности движения потоков заряженных частиц. Учет кулоновского поля. Эмиттанс. Яркость. Ленгмюровский предел плотности тока.
50. Предельная плотность тока пучка в вакуумном и газовом пролетном промежутке. Влияние ионов на процесс транспортировки пучка. Процесс рассеяния на молекулах фонового газа.
51. Элементы ионной оптики. Статические масс-анализаторы. Динамические масс-анализаторы.
52. Методы экспериментального изучения параметров пучков. Цилиндр Фарадея. Пояс Роговского. Энергетический анализ.
53. Распространение электромагнитных волн в коаксиальных линиях и в полых волноводах с различным профилем сечения. Типы волн. Одноволновый режим передачи электромагнитной энергии и коэффициент широкополосности волновода.
54. Способы возбуждения волн в волноводах. Коэффициенты отражения, коэффициент бегущей волны, коэффициент стоячей волны.
55. Основные типы коаксиальных и полых резонаторов, их свойства, параметры и характеристики.
56. Резонансная частота. Добротность. Типы волн в закрытых резонаторах и условия их возбуждения.
57. Методы и способы измерений в СВЧ диапазоне
58. Плазменный релятивистский генератор СВЧ-импульсов (ПРГ) – плазменный мазер. Плазменный релятивистский усилитель СВЧ-импульсов.
59. Классификация ошибок измерений. Вероятностные характеристики случайных ошибок. Корреляционный анализ экспериментальных данных.
60. Прямые измерения. Мостовые и компенсационные методы измерений.
61. Энергетическое и анэнергетическое согласование.
62. Понятие импеданса. Распределение токов и напряжений в цепях комплексных сопротивлений.
63. Амплитудно- и фазо-частотные характеристики. Добротность. Q-метр.
64. Длина свободного пробега. Распределение молекул по скоростям. Вакуумные условия. Процессы переноса в условиях вакуума. Режимы течения газов в вакуумных системах. Явления и процессы на границе вакуум-поверхность.
65. Общие вопросы оптической спектроскопии. Оптические материалы. Спектральный анализ.
66. Рабочий спектральный диапазон прибора. Аппаратная функция. Светосила и относительное отверстие. Дисперсия и разрешающая способность.
67. Типы спектральных приборов. Оптические схемы спектральных приборов.
68. Черное тело. Источники теплового излучения. Газоразрядные источники излучения.
69. Контур и уширение спектральной линии.
70. Основные характеристики ионизирующего излучения в рентгеновском диапазоне длин волн. Источники излучений.
71. Детекторы ионизирующих излучений и их основные характеристики.

## **Критерии оценки знаний и умений студентов по изучаемой дисциплине**

Проверка и оценка знаний, умений и навыков студентов является важным компонентом процесса обучения и осуществляется в течение всего учебного года. Этим обуславливаются различные виды проверки и оценки знаний. Основными из них являются:

- **устный опрос:**
  - индивидуальный (ответы у доски на вопросы по содержанию изученного материала)
  - фронтальный (расчленение изученного материала на сравнительно мелкие вопросы, чтобы проверить знания большего количества студентов)
  - уплотненный (одновременно с устным ответом одного студента у доски три-четыре студента письменно отвечают на отдельных листках на заранее подготовленные вопросы)
  - поурочный балл (выставление оценки студентам за работу в течение всего занятия: активное участие в устных опросах других студентов, ответы на вопросы преподавателя при изложении нового материала и т.д.)
- **контрольные работы** (письменные или практические контрольные работы после изучения отдельных тем или разделов учебной программы)
- **проверка домашних работ** (проверяется степень самостоятельности студентов, отношение их к учебе, качество усвоения изучаемого материала)
- **программированный контроль** (предлагается несколько вопросов, на которые дается три-четыре ответа, из которых только один является правильным)
- **выпускные и переводные экзамены**

### **Критерии оценки**

**«Отлично»** - студент глубоко изучил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; свободно применяет полученные знания на практике; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет правильно, без ошибок, в установленное нормативом время.

**«Хорошо»** - студент твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет правильно, без ошибок.

**«Удовлетворительно»** - студент знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; практические, лабораторные и курсовые работы выполняет с ошибками, не отражающимися на качестве выполненной работы.

**«Неудовлетворительно»** - студент имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки; практические, лабораторные и курсовые работы не выполнены или выполнены с ошибками, влияющими на качество выполненной работы.

### **Работа на практических занятиях.**

Оценивание проводится по пятибалльной шкале. Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, дает полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, знание соответствующей литературы, способен выразить собственное мнение по данной проблеме, проявляет умение самостоятельно и аргументированно излагать материал, анализировать явления и факты, делать самостоятельные обобщения и выводы, правильно выполняет учебные задачи, допуская не более 1-2 арифметических ошибок или описок.

Оценка «хорошо» выставляется при условии соблюдения следующих требований: студент активно работает в течение практического занятия, вопросы освещены полно, изложение материала логическое, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, студент обнаружил

умение анализировать факты и явления, а также выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, допущены 1-2 арифметические и 1-2 логические ошибки при решении задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом овладел сутью вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, пытается анализировать факты и явления, делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала или 3-4 логические ошибки при решении задач.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент обнаружил несостоятельность осветить вопрос, отвечает бессистемно, с грубыми ошибками, отсутствует понимание основной сути вопросов, обнаружено неумение решать учебные задачи.

#### **Критерии оценки при текущем контроле освоения практических навыков и умений**

**Отлично** – студент обладает системными теоретическими знаниями, знает методику выполнения практических навыков, без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений.

**Хорошо** – студент обладает теоретическими знаниями, знает методику выполнения практических навыков, самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малозначительные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет.

**Удовлетворительно** – студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями, знает основные положения методики выполнения практических навыков, демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем.

**Неудовлетворительно** – студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний, не знает методики выполнения практических навыков и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

#### **Критерии оценки I этапа зачёта (тестового контроля знаний) и контроля самостоятельной работы студентов (исходного уровня знаний):**

студентом даны правильные ответы на

- 91-100% заданий - отлично,
- 81-90% заданий - хорошо,
- 71-80% заданий - удовлетворительно,
- 70% заданий и менее – неудовлетворительно.

#### **Критерии оценки II этапа зачёта (проверка освоения практических навыков и умений):**

студент правильно выполнил

- 5 заданий из 5 предложенных – отлично,
- 4 задания из 5 предложенных – хорошо,
- 3 задания из 5 предложенных – удовлетворительно,
- менее 3 заданий из 5 предложенных – неудовлетворительно.

#### **Критерии оценки III этапа зачёта (решение ситуационных задач) и текущего контроля с помощью решения ситуационных задач:**

оценка «отлично» ставится студенту, обнаружившему системные, глубокие знания программного материала, необходимые для решения практических задач, владеющему научным языком, осуществляющему изложение программного материала на различных уровнях его представления, владеющему современными методами диагностики и измерений,

оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание программного материала,

оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший достаточный уровень знаний основного программного материала, но допустивший погрешности при его изложении,

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, допустившему при ответе на вопросы задачи множественные ошибки принципиального характера.

**Критерии хронической неуспеваемости студентов:**

Студенты, имеющие более 50 процентов пропусков практических занятий и лекций или неудовлетворительные оценки (более 50 процентов), считаются хронически неуспевающими и не допускаются без отработок к итоговому занятию.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.04.02

Директор института физических исследований  
и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза