

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

*Факультет физико-математических и естественных наук*

*Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

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

**Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр**

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью специализированного курса является подготовка студентов по дисциплине «Физические методы исследований», создание фундаментальной базы для усвоения других специализированных курсов. Для реализации поставленной цели в процессе преподавания курса решаются следующие задачи: 1) анализ основных физических понятий и законов; 2) приложение законов физики к практическим задачам; 3) формирование у студентов единой, логически непротиворечивой физической картины мира.

**Задачи дисциплины:** сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы включая атмосферу, океан, околоземное пространство, астрофизику, биофизические явления; показать, что создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и построение на их основе физико-математических моделей наблюдаемых явлений.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Физические методы исследований» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана по направлению 03.03.02 Физика, блок Б1.О.02.

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

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	Измерения и обработка данных, Графическое программирование, Физический практикум по механике, Физический практикум по электричеству, Физический практикум по оптике, Радиоэлектроника, Основы физики СВЧ	Преддипломная практика
2	ПК-2. Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** теоретические основы, основные понятия законы и модели кинетических процессов протекающих в плазменных средах и методы их анализа; основные методы диагностики физических параметров и принципы, положенные в их основу; условия, при которых эти методы могут быть использованы, точность проводимых измерений.

**Уметь:** решать физические задачи, использовать при решении основные законы, представления и модели физической кинетики, а также применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных дисциплин; использовать теоретические знания для объяснения результатов физических экспериментов.

**Владеть:** методами обработки, анализа и интерпретации физического эксперимента, основными методами диагностики, основными схемами, используемые для реализации изучаемых методов диагностики.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		D	E		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>51</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	-	-
В том числе:				-	-
Лекции	17	9	8	-	-
Практические занятия (ПЗ)	34	18	16	-	-
Семинары (С)				-	-
Лабораторные работы (ЛР)				-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>57</b>	<b>9</b>	<b>48</b>	-	-
В том числе:				-	-
Курсовой проект (работа)				-	-
Расчетно-графические работы				-	-
Реферат				-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Самостоятельное решение задач по дисциплине					
Изучение литературы по дисциплине					
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)					
Общая трудоемкость, час	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	-	-
зач. ед.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Определение плазмы. Виды плазмы.	1. Введение. Ионизованный газ. Способы ионизации газа. Плазма. Дебаевская длина и плазменная частота. Основные параметры плазмы. Низкотемпературная и высокотемпературная плазмы. Соотношение параметров в различных видах плазмы. 2. Методы получения низкотемпературной и высокотемпературной плазмы в лабораторных условиях. Виды газовых разрядов. Газоразрядные источники плазмы. Методы диагностики параметров плазмы.
2.	Зондовая диагностика плазмы	1. Одиночный электрический зонд. Элементарная теория электронной и ионной частей вольт-амперной характеристики зонда в отсутствие магнитного поля. Метод двух зондов, краткая теория. Пределы применимости классической теории зондовой диагностики плазмы. 2. Зондовые измерения в смесях газов и в электроотрицательных газах. Зондовые измерения

		<p>параметров плазмы, находящейся в магнитном поле. Влияние направленных потоков заряженных частиц на результаты зондовых измерений.</p> <p>3. Измерение потенциала плазмы по плазменным шумам и с использованием термозонда. «Резонансный» зонд. Автоматизация зондовых измерений. Погрешности измерений. Магнитный зонд: краткая теория, схемы, точность измерения параметров плазмы.</p>
3.	Микроволновые методы диагностики плазмы	<p>1. Диэлектрическая проницаемость и проводимость плазмы в микроволновом поле. Условия невозмущения параметров плазмы зондирующим микроволновым полем. Электродинамические свойства плазмы, находящейся в магнитном поле.</p> <p>2. Оборудование, используемое для диагностики параметров плазмы микроволновыми полями. Свойства резонаторов содержащих плазменную среду. Резонаторная диагностика параметров плазмы.</p> <p>3. Распространение микроволн в плазменных волноводах. Волноводная диагностика параметров плазмы. Зондирование плазмы пучками микроволн. Распространение микроволн в плазме.</p> <p>4. Использование проходящих и отраженных волн для диагностики параметров плазмы. Отсечка волн как средство диагностики. Микроволновая интерферометрия.</p>
4.	Лазерная диагностика плазмы	<p>Методы исследования параметров плазмы с визуализацией поля. Интерферометрия с визуализацией поля. Теневое фотографирование.</p> <p>2. Интерферометрия с фотоэлектрической регистрацией. Типы интерферометров. Диагностика по повороту плоскости поляризации света.</p> <p>3. Методы диагностики по рассеянию света. Рассеяние электромагнитных волн в плазме. Спектр флуктуации плотности частиц в плазме (изотермическая и неизотермическая плазмы).</p> <p>4. Нелинейные процессы. Техника эксперимента по исследованию рассеяния света в плазме.</p>

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Семин.	СРС	Всего час.
1.	Способы создания газоразрядной плазмы и области ее применения		4		12	16
2.	Зондовые измерения параметров плазмы		6		12	18
3.	Микроволновые методы диагностики параметров плазмы		6		12	18
4.	Лазерная диагностика плазмы		6		12	18
5.	Спектроскопия плазмы		6		12	18
6.	Корпускулярная диагностика параметров плазмы		6		14	20

**6. Лабораторный практикум не предусмотрен**

**7. Практические занятия (семинары)**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.		Способы создания газоразрядной плазмы и области ее применения	4
2.		Зондовые измерения параметров плазмы	6
3.		Микроволновые методы диагностики параметров плазмы	6
4.		Лазерная диагностика плазмы	6
5.		Спектроскопия плазмы	6
6.		Корпускулярная диагностика параметров плазмы	6

**8. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрены учебным планом**

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

Рекомендуемая литература:

1. И.М. Подгорный. Лекции по диагностике плазмы. М.: Атомиздат, 1968. (3 ДЛ/ П44).
  2. Ю.М. Коган, В.И. Перель. Журнал «Успехи физических наук». Т.81, вып.3. С.409. 1963.
  3. Б.В.Алексеев, В.А.Котельников. Зондовые методы диагностики плазмы. М.: Энергоатомиздат. 1968.
  4. Диагностика плазмы / под ред. Р. Хадлстоуна и С. Леонарда. М.: Мир, 1967.
  5. Методы исследования плазмы / под ред. В. Лохте-Хольтгревена. М.: Мир, 1971.
  6. В.Е. Голант. Сверхвысокочастотные методы исследования плазмы. М.: Наука, 1968.
  7. В.Л. Гинзбург, А.А. Рухадзе. Волны в магнитоактивной плазме. М.: Наука, 1970.
  8. А.Н. Кондратенко. Плазменные волноводы. М.: Атомиздат, 1976.
  9. Л.А. Душин, О.С. Павличенко. Исследование плазмы с помощью лазеров. М.: Атомиздат, 1968.
  10. Г. Грим. Спектроскопия плазмы. М.: Атомиздат, 1969.
  11. В.Д. Русанов. Современные методы исследования плазмы. М.: Атомиздат, 1962. (3 ДЛ/Р8).
  12. Диагностика плазмы / под ред. С.Ю. Лукьянова. М.: Атомиздат, 1973.
  13. В.Л. Гинзбург. Волны в магнитоактивной плазме. М.: Наука, 1970. (3 ДЛ/Г49).
  14. Электрический зонд в плазме. М.: Атомиздат, 1969. (3 ДЛ/ К59).
  15. Н. Кролл, А. Трайвелпис. Основы физики плазмы. М.: Мир, 1975. (3 ДЛ/К83).
  16. К. Лонгмайер. Физика плазмы. М.: Атомиздат, 1966. (3 ДЛ/Л76).
  17. Методы исследования плазмы. Спектроскопия, лазеры, зонды. М. 1971. (3 ДЛ/М54).
  18. Свойства низкотемпературной плазмы и методы ее диагностики. Новосибирск: Наука, 1977. (3 ДЛ/С25).
  19. Р. Джейрам. Масс-спектрометрия. М.: Мир, 1969. (3 ДЛ/Д26).
- базы данных, информационно-справочные и поисковые системы  
<http://www.tokamak.info> – информ. портал по токамакам  
<http://www.plasmacoalition.org/> – объединения по изучению плазмы.  
<http://www.plasmas.org/plasma-physics.htm> – перспективы использования плазмы.  
<http://www.physics.ucla.edu/plasma-exp/> – основы физики плазмы.  
<http://plasma-gate.weizmann.ac.il/PlasmaI.html> – плазма в интернете.  
<http://www.edu.ru/> – федеральный образовательный портал.

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

Лекционный компьютер, мультимедийный проектор, интерактивная доска, лицензионное ПО: Microsoft Office (Word Excel PowerPoint), Adobe Acrobat 8.0 Pro.

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

Каждый вид работы, выполняемый студентами в процессе усвоения курса, оценивается определенным числом баллов. Все виды работ выполняются строго в срок, указанный в календарном плане.

Студенты, набравшие в течение семестра менее 31 балла, к экзамену (итоговый контрольный

опрос) не допускаются.

Для допуска к итоговому контролю знаний необходимо:

- выполнить и сдать все практические работы;
- сдать все тесты.

### **12. 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 «Физические методы исследований»

Направление/Специальность: 03.03.02 Физика

Код контролируемой компетенции или ее части	Раздел	Тема	Формы контроля уровня освоения ООП						Баллы темы	Баллы раздела
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Реферат	Работа на занятиях	Выполнение КР		
ОПК-2, ПК-2	Физические методы диагностики	Способы создания газоразрядной плазмы и области ее применения	2				2	25	3	15
		Зондовые измерения параметров плазмы		4		5	2		12	
ОПК-2, ПК-2		Микроволновые методы диагностики параметров плазмы	2	4		5	2		12	28
		Лазерная диагностика плазмы		8		5	2		16	
ОПК-2, ПК-2		Спектроскопия плазмы	2	8		5	2		16	32
		Корпускулярная диагностика параметров плазмы		8		5	2		16	
<b>Итого</b>			<b>6</b>	<b>32</b>		<b>25</b>	<b>12</b>		<b>25</b>	<b>100</b>

Контролирующие материалы по обеспечению итоговых семестровых испытаний.

### ТЕСТ №1

#### ЗОНДОВАЯ ДИАГНОСТИКА

1. Какой временной масштаб характеризует условие квазинейтральности плазмы?
2. От чего зависит потенциал изолированного тела, помещенного в плазму (плавающий потенциал)?
3. Как зависит средняя длина свободного пробега частиц от эффективного сечения столкновений ( $\sigma$ ) и концентрации частиц ( $n$ )?
4. От чего зависит потенциал плазмы?
5. Как зависит плазменная частота электронов от их концентрации ( $n$ )?
6. Какой пространственный масштаб характеризует условие квазинейтральности плазмы?
7. Чему примерно равна вероятность столкновения частицы на длине, равной средней длине ее свободного пробега?
8. В каком случае по углу наклона зависимости  $( )_{eI} \ln I = f U$  может быть определена температура электронов ( $eI$  - ток электронов,  $U$  - разность потенциалов между зондом и опорным электродом) ?
9. В чем заключается метод определения потенциала плазмы по плазменным шумам, регистрируемым одиночным зондом?
10. От чего зависит вид электронной части вольт-амперной характеристики одиночного электрического зонда?
11. Как влияют размеры и ориентация цилиндрического одиночного зонда, помещенного в плазму с замагниченными электронами, на параметры плазмы, определяемые по его вольт-амперной характеристике?
12. От чего зависит плавающий потенциал одиночного зонда?
13. Что характеризует излом на зависимости  $( )_{eI} \ln I = f U$  ( $eI$  - ток электронов,  $U$  - разность потенциалов между зондом и опорным электродом)?
14. Какие параметры плазмы могут быть измерены с использованием эмитирующего электроны зонда?
15. Как влияют параметры интегрирующей цепи ( $C, R$ ) на величину проходящего сигнала поступающего с магнитного зонда?
16. При каких условиях максимальный ток в цепи симметричного двойного зонда может превышать ионный ток насыщения (эффекты, связанные с наложением двойных слоев окружающих зонды, не учитывать)?
17. Чем определяется верхняя граница частотной характеристики магнитного зонда?
18. Чем может быть вызвана несимметричность в вольт-амперной характеристике двойного зонда?
19. Чем определяется чувствительность магнитного зонда?

### ТЕСТ №2

#### МИКРОВОЛНОВАЯ ДИАГНОСТИКА

1. Электромагнитная волна распространяется вдоль силовых линий магнитного поля в холодной и бесстолкновительной плазме. Волна какой поляризации (линейно-поляризованная, лево-поляризованная, право-поляризованная), может распространяться без затухания при концентрации частиц, превышающей критическое значение?
  - а) лево-поляризованная,
  - б) право-поляризованная,
  - в) плоская,
  - г) ни та, ни другая, ни третья.
2. Каким соотношением определяется изменение резонансной частоты  $TE_{111}$  резонатора

с круговой поляризации поля ( $\omega$  – частота ВЧ поля,  $c\omega$  -циклотронная частота электронов,  $\nu$  - частота столкновений,  $c n$  -критическая концентрация плазмы,  $n$  -среднее значение концентрации плазмы)?

3. Из какого условия находится критическая концентрация плазмы ( $\omega$  – частота ВЧ поля,  $\omega_p$  -плазменная частота)?

а)  $\omega_p = \omega$ , б)  $\omega_p = 2\omega$ , в)  $\omega_p = 1 + \omega\omega_p$ , г)  $\omega_p = 1 + \omega\omega_p$ .

4. Какие параметры плазмы могут быть определены микроволновым интерферометром?

а) только средняя концентрация частиц плазмы,

б) только средняя концентрация частиц плазмы и эффективная частота столкновений электронов,

в) только средняя концентрация плазмы и частота электрон-ионных столкновений,

г) только средняя концентрация плазмы и температура электронов.

5. Чему равна диэлектрическая проницаемость холодной бесстолкновительной плазмы при  $\omega = \omega_p$  ( $\omega$  – частота ВЧ поля,  $\omega_p$  -плазменная частота)?

а)  $\infty$ ,

б) 0,

в) 1,

г) 100.

6. Как связано изменение резонансной частоты одномодового резонатора с запасенной в резонаторе энергией ( $W$ ) и ее изменением ( $\Delta W$ ) ?

а)  $\sim \sqrt{W}$ ,  $\Delta W \propto \sqrt{W}$

б)  $\sim W$ ,  $\Delta W \propto W$

10. Линейно-поляризованная волна распространяется вдоль силовых линий магнитного поля в холодной и бесстолкновительной плазме, концентрация которой плавно увеличивается в направлении распространения волны. При каком условии может быть зарегистрирован поворот плоскости поляризации в отраженной волне?

11. Как связано изменение величины обратной добротности одномодового резонатора с запасенной в резонаторе энергией ( $W$ ) и мощностью, рассеиваемой в нем за один период колебаний ВЧ поля ( $W^1$ ) ?

12. Какие типы цилиндрических резонаторов используют для определения концентрации плазмы, величина которой превышает критическое значение (ось плазменного столба совпадает с осью резонатора)?

### ТЕСТ №3

#### ЛАЗЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА

1. Какие параметры являются определяющими коэффициент преломления лабораторной плазмы при распространении в ней излучения светового диапазона?

а) плазменная частота и частота волны,

б) плазменная частота, частота столкновений электронов и частота волны,

в) частота столкновений электронов и частота волны,

г) плазменная частота и частота столкновений электронов.

2. Что позволяет определить Шлирен метод (метод Теплера)?

а) среднюю концентрацию частиц плазмы,

б) градиент концентрации частиц в плазме,

в) радиус кривизны границы поверхности плазмы,

г) температуру и частоту столкновений частиц плазмы.

3. Чему равно расстояние между интерференционными полосами в интерферометре Маха-Рожественского?

4. Чему равно расстояние между интерференционными полосами в интерферометре Майкельсона?

5. В чем заключается принцип работы трехзеркального интерферометра с сильной связью?

- а) во влиянии параметров плазмы на интенсивность излучения, проходящего через резонатор,
  - б) во влиянии параметров плазмы на частотный спектр излучения, проходящего через резонатор,
  - в) во влиянии параметров плазмы на частотный спектр отраженного излучения,
  - г) во влиянии параметров плазмы на режим работы генератора излучения (ОКГ).
6. В чем заключается принцип работы трех-зеркального интерферометра со слабой связью?
- а) во влиянии параметров плазмы на интенсивность излучения, проходящего через резонатор,
  - б) во влиянии параметров плазмы на частотный спектр излучения, проходящего через резонатор,
  - в) во влиянии параметров плазмы на частотный спектр отраженного излучения,
  - г) во влиянии параметров плазмы на режим работы генератора излучения (ОКГ).
7. В чем заключается принцип работы компенсационного интерферометра?
- а) в компенсации смещения интерференционных полос,
  - б) в компенсации изменения интенсивности излучения генератора излучения (ОКГ),
  - в) в компенсации смещения интерференционных полос и изменения интенсивности излучения генератора излучения (ОКГ),
  - г) в компенсации изменения интенсивности волны в опорном плече интерферометра за счет ее затухания в плазме.

#### ТЕСТ №4

#### КОРПУСКУЛЯРНАЯ ДИАГНОСТИКА

1. Какая величина может быть определена с помощью магнитного анализатора?
2. Какая величина может быть определена с помощью электростатического анализатора с углом поворота  $\alpha$  ?
3. Какая величина может быть определена с помощью плоского электростатического анализатора?
  - а)  $ZemV^2$  ( $m$  – масса частицы,  $V$  – ее скорость,  $Z$  – зарядовое число)
  - б)  $ZemV$ ,
  - в)  $ZemV$ ,
  - г)  $ZeV^2$ .
4. Какая величина может быть определена с помощью многосеточного электростатического анализатора?
  - а)  $ZemV^2$  ( $m$  – масса частицы,  $V$  – ее скорость,  $Z$  – зарядовое число),
  - б)  $ZemV$ ,
  - в)  $ZemV$ ,
  - г)  $ZeV^2$ .
5. Что может быть использовано для регистрации потоков нейтральных частиц?
  - а) сцинтилляционные датчики, кристаллические детекторы, регистрация вторичной электронной эмиссии и регистрация распыления материала с поверхности мишени,
  - б) электростатические и магнитные анализаторы, регистрация вторичной электронной эмиссии и регистрация распыления материала с поверхности мишени,
  - в) магнитные анализаторы, регистрация вторичной электронной эмиссии и регистрация распыления материала с поверхности мишени,
  - г) электростатические и магнитные анализаторы, сцинтилляционные датчики, кристаллические детекторы, регистрация вторичной электронной эмиссии и регистрация распыления материала с поверхности мишени.
6. Какими процессами определяется изменение в плотности потока быстрых нейтральных атомов проходящих через плазменное образование?

- а) ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с нейтральными частицами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с ионами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с электронами,
- б) рассеянием за счет упругих столкновений, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с нейтральными частицами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с ионами,
- в) рассеянием за счет упругих столкновений, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с нейтральными частицами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с ионами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с электронами,
- г) ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с нейтральными частицами, ионизацией быстрых нейтралов за счет столкновений с ионами.

7. От чего зависит изменение в плотности потока быстрых нейтральных атомов проходящих через плазменное образование?

- а) от распределения плотности частиц плазмы вдоль траектории потока быстрых нейтралов, от компонентного состава плазмы и от типа быстрых нейтральных атомов,
- б) от распределения плотности частиц плазмы вдоль траектории потока быстрых нейтралов, температуры электронной компоненты плазмы, концентрации нейтральных атомов в системе, компонентного состава плазмы и от типа быстрых нейтральных атомов,
- в) от распределения плотности частиц плазмы вдоль траектории потока быстрых нейтралов, концентрации нейтральных атомов в системе, от компонентного состава плазмы и от типа быстрых нейтральных атомов,
- г) от распределения плотности частиц плазмы вдоль траектории потока быстрых нейтралов, температуры электронной компоненты плазмы, от компонентного состава плазмы и от типа быстрых нейтральных атомов.

#### Перечень тем рефератов:

1. Зондовая диагностика плазменных сред.
2. Микроволновая диагностика плазменных сред.
3. Лазерная диагностика плазменных сред.
4. Корпускулярная диагностика плазменных сред.

#### Критерии оценивания

Ответ на зачете оценивается по следующим критериям (максимально можно набрать 19 баллов):

Набрано баллов	Критерии
16-19 баллов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) содержание материала билета раскрыто полностью;</li> <li>2) материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>3) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>4) продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов;</li> <li>5) практические задания выполнены правильно;</li> <li>6) ответ самостоятельный, без наводящих вопросов;</li> <li>7) допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются после замечаний или наводящих вопросов.</li> </ol>
11-15 баллов	<p>Ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие сути содержания ответа;</li> <li>2) допущены один–два недочета при освещении основного</li> </ol>

	<p>содержания ответа (выполнения практического задания), исправленные после замечания экзаменатора;</p> <p>3) допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются после замечания экзаменатора.</p>
6-10 баллов	<p>1) неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но продемонстрированы общее понимание вопроса и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</p> <p>2) имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, выполнении практических заданий, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</p> <p>3) при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации</p>
менее 6 баллов	<p>1) не раскрыто основное содержание учебного материала;</p> <p>2) обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</p> <p>3) не выполнено практическое задание или применен неверный метод (модель, алгоритм);</p> <p>4) допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</p> <p>5) ответ на вопрос полностью отсутствует.</p> <p>6) отказ от ответа.</p>

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.03.02

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



О.Т. Лоза