

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

**ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАУК**

ПРИНЯТА
Ученым Советом
Факультета физико-математических и естественных наук
Протокол № 0201-08/08 от 15 марта 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру

Шифр и наименование группы научных специальностей

1.3. Физические науки

Шифр и наименование научной специальности

1.3.3. Теоретическая физика

1.3.4. Радиофизика

1.3.9. Физика плазмы

Программа составлена на основе требований образовательных стандартов по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» (уровень магистратуры).

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

На экзамене поступающие должны:

- продемонстрировать знание основных физических законов в объеме базовых курсов общей физики;
- продемонстрировать владение профессиональными знаниями, соответствующими выбранной специализации;
- уметь решать задачи и отвечать на качественные вопросы, соответствующие квалификации (степени) «магистр физики»;
- владеть аппаратом и уметь использовать математические методы в обоснованиях сделанных выводов и заключений;
- уметь в понятной форме, логически последовательно и непротиворечиво обосновать и изложить письменно ход своих рассуждений при решении задач и ответах на вопросы.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММЫ

БАЗОВЫЙ КУРС ФИЗИКИ

Механика

1. Законы динамики Ньютона. Уравнение Лагранжа в форме Лагранжа и Гамильтона.
2. Законы сохранения энергии и импульса в механике. Энергия и масса, соотношение Эйнштейна.
3. Упругий и неупругий удары. Рассеяние частиц в поле центральной силы. Эффективное сечение рассеяния.
4. Вращательное движение. Момент импульса и момент силы. Момент инерции. Теорема Штейнера. Закон сохранения момента импульса.
5. Движение твердого тела, физический маятник. Прецессия гироскопа.
6. Гармонические колебания материальной точки. Энергия гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. Явление резонанса.
7. Закон всемирного тяготения Ньютона. Движение в поле тяготения. Законы Кеплера. Космические скорости.
8. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила. Сила Кориолиса. Опыт Фуко.
9. Деформация твердых тел. Упругие напряжения. Закон Гука. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона.

10. Волны в упругих средах. Продольные и поперечные возмущения. Уравнение волны. Распространение звука в упругих средах.

11. Законы гидростатики. Барометрическая формула. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.

12. Принципы относительности Эйнштейна и Галилея. Основные положения специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Законы релятивистской динамики.

Молекулярная физика и термодинамика

1. Законы идеальных газов. Уравнение состояния Клапейрона. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Связь температуры со средней кинетической энергией молекул.

2. Распределение Максвелла и вычисление средних значений. Распределение Максвелла-Больцмана.

3. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Вычисление работы и теплоемкости при изопроцессах.

4. Молекулярная теория теплоемкости. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость одно-, двух- и многоатомных газов. Теплоемкость твердого тела, закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна и Дебая.

5. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Различные формулировки второго начала. Цикл Карно и теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. Статистический смысл энтропии.

6. Флуктуации. Броуновское движение. Формула Эйнштейна для смещения броуновской частицы. опыты Перрена.

7. Явления переноса в газах. Средняя длина свободного пробега. Эффективное поперечное сечение. Диффузия, вязкость и теплопроводность. Связь между коэффициентами переноса.

8. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние вещества, критические параметры для газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа.

9. Процесс Джоуля – Томпсона. Методы получения низких температур. Сжижение газов.

10. Свойства вещества при низких температурах. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. Теорема Нернста.

11. Фазы и фазовые превращения. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Кипение. Тройные точки. Диаграммы состояния. Фазовые превращения второго рода.

Электричество и магнетизм

1. Электростатика. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Напряженность электрического поля. Силовые линии. Принцип суперпозиции полей. Энергия системы зарядов.
2. Электрическое поле системы зарядов. Разложение по мультиполям. Диполь. Свободные и связанные заряды. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость молекул и диэлектрическая восприимчивость. Диэлектрическая проницаемость. Векторы электрической поляризации и электрической индукции. Энергии электростатического в диэлектриках. Пьезоэлектричество. Сегнетоэлектрики.
3. Постоянный электрический ток. Уравнение сохранения электрического заряда. Законы Ома и Джоуля - Ленца. Источники постоянного тока. Сторонние силы. Механизм проводимости металлов. Зависимость сопротивления от температуры. Правила Кирхгофа. Мост постоянного тока.
4. Магнитное взаимодействие токов. Закон Ампера. Магнитное поле и его напряженность. Закон Био - Савара - Лапласа. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле.
5. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Измерение напряженности магнитного поля. Самоиндукция. Взаимная индукция. Токи Фуко. Магнитная энергия токов.
6. Магнитное поле в веществе. Вектор намагничивания. Вектор магнитной индукции. Магнитная восприимчивость среды и магнитная проницаемость. Диа-, пара- и ферромагнетизм. Законы Кюри и Кюри - Вейсса. Ферриты.
7. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Ток смещения. Энергия и поток энергии электромагнитного поля.
8. Движение заряженных частиц в однородном электрическом и магнитном полях. Сила Лоренца. Электрический дрейф. Определение удельного заряда частицы. Опыты Милликена и Иоффе по определению элементарного электрического заряда. Эффект Холла.
9. Электрический ток в вакууме. Работа выхода электронов из металлов. Термоэлектронная эмиссия. Электронные лампы. Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Электронный осциллограф.
10. Зонная теория проводимости. Металлы, полупроводники, диэлектрики. Свободная и примесная проводимости полупроводников. Выпрямляющее действие контактов полупроводников.
11. Переменный электрический ток. Метод комплексных амплитуд. Импеданс C цепи. Активное и реактивное сопротивления. Закон Ома для переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Правила Кирхгофа. Эффективное напряжение и ток. Трансформатор.

12. Электрический колебательный контур. Период свободных колебаний. Затухание колебаний. Вынужденные колебания. Добротность колебательного контура. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Резонансные кривые. Ширина резонансной кривой.

13. Плоские электромагнитные волны в неограниченной однородной среде. Волновое уравнение. Бегущие волны. Амплитуда и фаза волны. Частота колебаний и волновой вектор. Фазовая и групповая скорости. Поперечность электромагнитных волн. Стоячие волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Волны в двухпроводной линии. Вибратор Герца.

Оптика

1. Интерференция света. Разность хода интерферирующих лучей. Порядок интерференции. Роль размеров источников и степени монохроматичности интерферирующих волн. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Двухлучевые и многолучевые интерферометры. Разрешающая способность.

2. Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа - Брэгга.

3. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Коэффициенты отражения и преломления. Поляризация света при прохождении через границу раздела. Закон Брюстера. Полное внутреннее отражение.

4. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризационные устройства. Поляризация при двойном лучепреломлении. Интерференция поляризованных лучей. Эллиптическая и круговая поляризация света.

5. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана - Больцмана. Закон Вина. Формула Рэлея - Джинса. Формула Планка.

6. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Внутренний и внешний фотоэффект. Фотон. Энергия и импульс фотона.

7. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Комбинационное рассеяние света.

8. Измерение скорости света. опыты Физо и Майкельсона. Эффект Доплера в оптике. Сложение скоростей в теории относительности.

Физика атома и атомных явлений

1. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Комбинационный принцип. Формула Бальмера. Атом Бора. Принцип соответствия. Опыты Франка и Герца.
2. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Свойства волн де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля.
Статистическая интерпретация волн де Бройля. Соотношения неопределенностей.
3. Уравнение Шредингера. Смысл волновой функции. Средние значения. Задачи с потенциальными «ямами» и «барьерами». Уровни энергии линейного гармонического осциллятора.
4. Магнитные свойства атомов. Магнетон Бора. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули.
5. Вероятности квантовых переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора. Ширина уровней энергии. Ширина и форма спектральных линий.
6. Общие принципы индуцированного усиления электромагнитного усиления электромагнитного излучения. Лазеры и мазеры. Лазер на рубине. Мазер на аммиаке.
7. Спектры атомов водорода и атомов щелочных металлов по Шредингеру. Тонкая структура термов.
8. Сложение моментов импульса. Типы связей электронных компонентов в атоме. Мультиплетность термов. Спектр атома гелия.
9. Электронные оболочки атомов. Периодическая система элементов.
10. Рентгеновское излучение атомов. Поглощение и рассеяние рентгеновского излучения. Комптон-эффект.
11. Простой и сложный эффект Зеемана. Эффект Пашена — Бака. Электронный парамагнитный резонанс. Эффект Штарка.
12. Адиабатическое приближение. Полосатые спектры молекул.
13. Типы химической связи молекул.

Физика атомного ядра

1. Систематика элементарных частиц. Закон сохранения барионного и лептонного чисел.
2. Радиоактивные ядра. Типы и законы радиоактивного распада. Эффект Мёссбауэра.
3. Состав ядер. Размеры, заряд и масса ядер. Изотопы, изобары. Спин ядра. Магнитный момент нуклонов. Магнитный момент ядра. Энергия связи ядер.
4. Классификация ядерных реакций. Прямые ядерные реакции. Составное ядро. Деление и синтез ядер.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Профиль: «Физика плазмы»

1. Понятие плазмы. Квазинейтральность, микрополя, дебаевский радиус, идеальная и неидеальная плазма. Образование плазмы и элементарные физические процессы в плазме: диссоциация, возбуждение, ионизация, рекомбинация, тормозное излучение, перезарядка, ядерные реакции синтеза. Упругие (кулоновские) столкновения частиц плазмы. Кулоновский логарифм. Длина свободного пробега и частота упругих столкновений в плазме.
2. Условие термодинамического равновесия, термическая ионизация, формула Саха, корональное равновесие, снижение потенциала ионизации.
3. Понятие о методах описания динамических плазменных явлений: изучение движения отдельных частиц плазмы; гидродинамика плазмы; кинетика плазмы; линейное приближение.
4. Уравнения Больцмана и Власова, столкновительный член, время максвеллизации и скорость выравнивания температур различных компонент плазмы.
5. Плазма в одночастичном приближении. Движение заряженной частицы в магнитном поле, движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Дрейфовое приближение. Дрейф в электрическом поле, в поле внешней силы, в неоднородном магнитном поле, тороидальный дрейф. Вращательное преобразование. Токамак, стелларатор. Адиабатические инварианты: поперечный (сохранение магнитного момента), продольный инвариант, сохранение магнитного потока. Открытые ловушки.
6. Магнитная гидродинамика плазмы. Магнитное давление. Параметр β . Проникновение магнитного поля в плазму, вмороженность магнитного поля. Законы сохранения в идеальной одножидкостной МГД. Равновесные конфигурации плазмы в магнитной гидродинамике, пинч. Колебания и волны в замагниченной плазме: альфвеновская волна, магнитозвуковые волны. Диэлектрическая проницаемость плазмы в области низких частот, гибридные частоты, вистлеры. Обыкновенные и необыкновенные волны в плазме.
7. Проблема макроскопической устойчивости плазмы. Основные виды магнитогидродинамических неустойчивостей, методы их подавления. Желобковая неустойчивость плазмы. Принцип “минимума В”.
8. Представления о методах диагностики плазмы: оптическая спектроскопия, просвечивание СВЧ и лазерными лучами, корпускулярная диагностика, зондовые методы. Особенности диагностики быстрых процессов.
9. Состояние термоядерных исследований - последние достижения, новые вопросы. Применение плазмы: плазменные источники излучения, электрореактивные двигатели, плазмохимические генераторы, МГД-

генераторы, обработка поверхности (очистка, упрочнение), ионное легирование.

Профиль: «Теоретическая физика»

1. Канонические уравнения Гамильтона, условия их интегрируемости по Лиувиллю.
2. Уравнения Лагранжа - Рауса для потенциальных систем. Уравнение Гамильтона — Якоби. Интегральный инвариант Пуанкаре - Картана.
3. Уравнения движения релятивистского заряда во внешнем электромагнитном поле. Уравнения Мещерского для релятивистской ракеты.
4. Уравнения Максвелла в среде в ковариантной форме. Электромагнитное поле произвольно движущегося заряда. Мультипольное разложение электромагнитных потенциалов в волновой зоне. Уравнения Максвелла в квазистационарном приближении. Релятивистская сила реакции излучения в ковариантной форме.
5. Квазиклассическое приближение в квантовой механике.
6. Квантовая теория излучения в дипольном приближении: интенсивность излучения,
7. Коэффициенты Эйнштейна. Соотношение неопределенностей и квантовые корреляции. Теплоемкость твердых тел. Теория излучения абсолютно черного тела.
8. Уравнение Дирака во внешнем электромагнитном поле. Распределения Бозе - Эйнштейна и Ферми - Дирака. Теория флуктуаций в гауссовском приближении. Квантовая теория потенциального рассеяния в борновском приближении.
9. Уравнения переноса Максвелла - Больцмана.
10. Большое каноническое распределение Гиббса. Приближение Томаса - Ферми.
11. Распределение Гиббса для классических и квантовых систем.
12. Уравнения гидродинамики вязкой жидкости. Уравнения магнитной гидродинамики.
13. Метод самосогласованного поля Хартри — Фока.

Профиль: «Радиофизика»

1. Отражение и преломление плоской электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков (без потерь), граничные условия. Коэффициенты

отражения и прохождения для различных (ТЕ- и ТМ-) поляризаций, анализ их особенностей. Угол Брюстера. Явление полного внутреннего отражения.

2. Металлический волновод прямоугольного и круглого сечения, коаксиальный волновод. Типы волн, распространяющихся в волноводе. Зависимость фазовой и групповой скоростей от частоты и размеров волновода. Частота отсечки. Отраженные волны. Коэффициент стоячей волны. Согласование волновода с внешней нагрузкой. Резонаторы и типы колебаний в них. Пространственно-периодические волноводы – замедляющие структуры.

3. Модуляция потока электронов по скорости и по плотности заряда. Угол пролета. Пролетный и отражательный клистроны. Лампы бегущей и обратной волны типа О (черенковские): ЛБВ-О и ЛОВ-О. Дрейф заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях. Магнетрон, спицы в нем. ЛБВ-М и ЛОВ-М.

4. Зонная теория проводимости: зонная структура металлов, полупроводников и диэлектриков. Уровень Ферми. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Дрейфовое и диффузионное движение заряда в полупроводниках. Уравнение непрерывности. Уравнение диффузии, диффузионная длина.

5. Р-п-переход. Вольтамперная характеристика р-п-перехода. Физическая природа прямого и обратного тока в р-п-переходе. Принцип работы и основные характеристики полупроводниковых диодов и варикапов,

6. Физические основы работы фотодиодов, их основные характеристики и схемы включения. Физические основы работы светодиодов, типы светодиодов и их основные характеристики.

7. Колебательный контур. Анализ уравнений, описывающих явления в колебательных контурах последовательного и параллельного типа. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики. Основные свойства RLC-контуров. Примеры применения резонансных LC-контуров в радиотехнике.

8. Радиотехнические сигналы и их спектры на примере прямоугольного импульса, сигнала с амплитудной (АМ) модуляцией и сигнала с частотной (ЧМ) модуляцией. Частотные искажения при прохождении радиосигналов через линейные цепи.

9. Представление непрерывного сигнала его значениями в дискретных точках временного интервала. Дискретизация по времени и квантование по уровню. Теорема Котельникова.

10. Магнитные моменты атомов, их квантование. Поведение магнитных моментов атомов в магнитном поле, явление магнитного резонанса: ЭПР и ЯМР.

11. Общие принципы индуцированного усиления электромагнитного излучения. Лазеры и мазеры. Принцип действия и особенности конструкций лазеров. Методы создания инверсной разности населенностей в активных средах лазеров, требования, предъявляемые к этим средам. Основные свойства оптических резонаторов лазеров. Условие самовозбуждения лазера.

12. Операционные усилители (ОУ). Устройство и основные параметры. Типовые схемы включения операционных усилителей (инвертирующий, неинвертирующий усилители, повторитель напряжения, преобразователь ток- напряжение). Частотные характеристики ОУ, устойчивость усилительной схемы с ОУ. Интегратор на ОУ.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Ф. Александров, Л.С. Богданкевич, А.А. Рухадзе. основы электродинамики плазмы. М.: Высшая школа, 1988
2. А.Ф. Александров, А.А. Рухадзе. Лекции по электродинамике плазмopodobных сред. М.: Изд. МГУ, 1999
3. Электродинамика плазмы. Сб. под ред. А.И. Ахиезера. М.: Наука, 1974
4. Ф. Клеммоу, Дж. Дауэрти. Электродинамика частиц и плазмы. М.: Мир, 1996
5. Р. Кокни, Дек. Иствуд. Численное моделирование методом частиц. -М: Мир, 1987
6. Ч. Бэдсел, А. Ленгдон. Физика плазмы и численное моделирование. - М: Энергоатомиздат, 1989
7. Ю.С. Сигов. Вычислительный эксперимент: мост между прошлым и будущим физики плазмы. - М: Физматлит, 2001 286 с.
8. В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. Параллельные вычисления. СПб: БХВ--Петербург, 2002
9. А.М. Горелик. Современный Фортран для компьютеров традиционной архитектуры и для параллельных вычислительных систем Вычислительные методы и программирование. Т. 5 2004
10. В.Э. Малышкин. основы параллельных вычислений. Электронная версия учебного пособия. 2003 ЦИТ СГГА.
11. Ю.П.Райзер. Физика газового разряда. М.Наука. 1987
12. Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев. Физика плазмы для физиков. М.: Атомиздат, 1979
13. Б.Б. Кадомцев. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 1988
14. Ф. Чен. Введение в физику плазмы. М.: Мир, 1987

15. Г. Бейтман. МГД-неустойчивости. М.: Энергоиздат. 1982
16. А.Б. Михайловский. Теория плазменных неустойчивостей. Т.1. Неустойчивости однородной плазмы. М.: Атомиздат, 1970
17. Р. Кулсруд. Магнитогидродинамическое описание плазмы. В сб. Основы физики плазмы, под ред. А. А. Галеева и Р. Судана, т.1. М.: Энергоатомиздат, 1983, с. 122
18. Н.С. Ерохин., С.С. Моисеев. Волновые процессы в неоднородной плазме. – В сб. "Вопросы теории плазмы" под ред. М.А.Леонтовича. М.: Атомиздат, 1973, вып.7, с. 146-204.
19. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Наука, 2002
20. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. - М.: Наука, 1986
21. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. -- М.: Наука, 1986
22. Терлецкий Я.П. Статистическая физика. - М.: Высшая школа, 1994
23. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. - М.: Высшая школа, 1990
24. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Квантовая механика. - М.: Наука, 1989
25. Рыбаков Ю.П., Терлецкий Я.П. Квантовая механика. - М.: Изд-во РУДН, 1991
26. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. -М., Наука, 1988 - 506 с.
27. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. - М.: Наука, 1982
28. Методы нелинейной динамики и теории хаоса в задачах электроники сверхвысоких частот: В 2-х т.: Коллективная монография. Т. 2: Нестационарные и хаотические процессы / Под ред. А.А. Короновского, Д.И. Трубецкова, А.Е. Крамова. - М.: Физматлит, 2009
29. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов. -- 5-е изд., стереотип. - М.: Высшая школа, 2008
30. Агравал Г. Применение нелинейной волоконной оптики: Учебное пособие. Пер. с англ. В.И. Кузина / Под науч. ред. И.Ю. Денисюка. - СПб.: Лань, 2011
31. Молотков Н.Я. Учебные эксперименты по волновой оптике. СВЧ демонстрации: Учебное пособие. -- Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011
32. Фальковский И.И. Техническая электродинамика: Учебник. - 2-е изд., стереотип. -СПб.: Лань, 2009
33. Ахманов С.А. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах. -- 2-е изд., перераб., и доп. -- М.: Физматлит, 2010

34. Звелто О. Принципы лазеров: Монография. Пер. с англ. Д.Н. Козлова / Под ред. Т.А. Шмаонова. - 4-е изд. - СПб.: Лань, 2008
35. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов. -- 6-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2007
36. Яблонский А.А. Курс теории колебаний: Учебное пособие. - 4-е изд., стереотип. -СПб.: Лань, 2003
37. Калитеевский Н.И. Волновая оптика: Учебное пособие. - 5-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2008
38. Грундман М. Основы физики полупроводников. Нанofизика и технические приложения: Пер. с англ. / Под ред. В.А. Гергея. - 2-е изд. - М.: Физматлит, 2012
39. Оптоэлектроника / Под общ. ред. И.Б. Федорова. - М.: Янус -К, 2011
40. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Физматлит, 2008

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания по специальной дисциплине при приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на направление «1.3. Физические науки» проводятся в форме теста, формируемого электронной системой сопровождения экзаменов (ЭССЭ) методом случайной выборки заданий из подготовленного банка тестовых заданий, с автоматической проверкой ЭССЭ правильности выполненных заданий (компьютерный тест).

Компьютерный тест состоит из 20 вопросов с множественным выбором ответа: с выбором одного правильного ответа из множества, с выбором нескольких правильных ответов из множества, вопросы на соответствия.

На выполнение всего теста отводится 40 минут.

Тест оценивается из 100 баллов. За каждый правильный ответ начисляется 5 баллов. Для вопросов с выбором одного правильного ответа: за правильный ответ начисляется 5 баллов, за неправильный - ноль. Для вопросов с выбором нескольких правильных ответов и вопросов на соответствия: за полный правильный ответ начисляется 5 баллов, за частичный правильный ответ - учитывается каждая правильная часть ответа в процентном отношении.